



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경제학석사학위논문

영농폐비닐 수거율 결정요인 분석

2017년 8월

서울대학교 대학원

농경제사회학부

이 우 엘

국 문 초 록

농업·농촌의 공익적 기능은 농업·농촌의 기본적인 생산기능외에, 환경보전, 경관가치, 농촌사회유지, 식량안보 등과 같은 다원적기능을 설명한다. 영농폐비닐 문제는 이러한 공익적 기능과 밀접한 관련이 있다. 특히나 영농폐비닐은 대형 산불, 미세먼지와 고속열차 지연문제와 관련되어 있어, 영농폐비닐의 수거 및 처리에 대한 관심이 요구된다.

본 연구는 영농폐비닐의 수거율을 제고를 위해 어떠한 요인들이 중요한가에 대한 답을 찾기 위해 시작되었다. 결정요인을 분석하기 위한 주요 자료로 한국환경공단에서 발표한 ‘영농폐기물조사’ 데이터를 사용하였다. ‘영농폐기물조사’는 영농폐비닐과 폐농약용기의 발생량·수거량·재활용량에 대해 조사한 자료로 본 연구는 이 중 ‘영농폐비닐’로 국한하여 자료를 이용하였다. 분석자료의 범위는 2012년~2015년도의 163개의 시·군 단위이다. 자료는 각 개체(지역)적 특성이 시간의 흐름을 갖고 있는 패널데이터의 특성을 나타내기 때문에, 패널선행회귀모형을 선정하였다. 여러가지 검정을 통해 자기 상관이 있으며, 패널데이터 분석모형 중 확률효과 모형이 더 적합함을 확인하였다. 따라서 영농폐비닐 수거율 결정요인 분석은 자기상관성을 보정한 확률효과 모형을 적용하였다.

연구의 지역적 범위를 전국 163개의 시·군으로 선정하였기 때문에, 최종적으로 지역 중 수거율이 가장 높은 지역을 채택할 수 있었다. 따라서 수거율 우수 지역을 선발하고, 선발된 지역의 특성과 다른 지역과의 차이점을 파악해 보고자 하였다. 이상 영농폐비닐의 수거율 결정요인을 분석하고, 선정된 우수 지역의 특성을 파악한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫번째는 영농폐비닐 수거율 결정요인 추정결과이다. 영농폐비닐은 지자체 수거보상금 단가가 높을수록, 지자체 수거보상금 총액이 클수록, 연간 수거횟수가 많을수록, A등급 비율이 낮을수록, 고령인구·기초생활수급자 비율이 높을수록 수거율에 양(+)의 효과를 나타내었다. 경제적으로 변수인 지자체 수거보상금 단가와 총액은 수거율에 긍정적인 영향을 미치는데, 지자체 수거보상금 단가를 10원 올릴 경우 수거율이 1% 증가하는 것으로 추정되었다.

행정적요인 변수에서는 수거횟수와 A등급 비율 변수가 99%의 유의수준에서 통계적으로 유의한 값을 나타냈다. 수거 횟수가 연간 10회 늘어날 경우 수거율이 1% 증가했다. 이는 수거횟수가 증가할수록 수거율이

높아진다는 일반폐기물의 특성이 영농폐기물에도 동일하게 적용된다는 사실을 확인할 수 있었다. A등급이 낮을수록 수거율이 높아진다는 추정 결과는 등급에 따른 물량의 차이가 월등히 크기 때문에 나타난 결과로 보인다. 2015년 전국 기준 B등급의 물량은 1억 1천톤으로, B등급이 A등급(2천8백만톤)의 약 4배로 물량이 많다. 따라서 A등급 보다는 B등급이 수거량과 수거율을 결정하는데 더 직접적인 영향을 미치는 것으로 파악된다.

마지막으로 개인적 요인에서는 고령인구비율과 기초생활수급자 비율이 높을수록 수거율에 양(+)의 영향을 주고 있음을 알 수 있었다. 고령인구 비율이 1% 높아질수록 수거율은 0.65% 증가하였으며, 기초생활수급자 비율이 1% 높아지면 수거율이 약 3% 증가한다는 계량적 의미를 얻을 수 있었다.

두번째는 지역별 발생량·수거량·수거율을 살펴봄으로써 내린 결과이다. 발경지면적이 커질수록 영농폐비닐의 수거량·수거율이 비례적으로 증가할 것이라는 예상은 일부 지역만 적합 하였기 때문에, 농업 특성 중 지역의 주산지 재배면적을 살펴보았다. 어떤 작물이든지 주산지 일수록, 특히 주산지 규모 중 큰 재배면적일수록 더 수거량이 많았으며, 특히 작물중에서는 고추 작물을 재배하는 주산지 일수록 영농폐비닐의 수거량이 많아진다는 결과를 도출하였다.

또한 전국 시·군에서 영농폐비닐 수거율이 가장 높은 ‘경상북도 봉화군’의 지역적 특성을 살펴보았다. 봉화군의 영농폐비닐 수거 및 처리의 특성을 살펴보면, 같은 도 내의 다른 지역들보다 오히려 수거 보상금 단가는 낮은 편이었다. 그러나 봉화군은 개인을 제외한, 단체에만 수거 보상금을 지급하고, 배정된 예산액이 많아 배출자에게 차감이나 지연 없이 전액 지급하였다. 한편, 수거된 폐비닐 중 A등급의 비중이 전국에서 두번째로 높았으며, 민간위탁수거사업자와 환경공단원의 원활한 의사소통, 170개의 공동 집하장을 설치하는 봉화군의 관심과 노력이 다른 지역과의 차이점이었다.

봉화군의 농업적 특성은 전국에서 세번째로 고추 재배를 많이 하며, 1인당 경지면적이 0.7ha로 전국 8위에 해당한다. 또한 감자, 콩, 수박 고추의 생산량이 경북지역 전체의 30%를 봉화군이 생산하고 있으며, 비닐하우스에서 사전 재배를 통해 연중 이모작을 주로 하기 때문에 영농폐비닐의 발생량 및 수거량이 많을 수밖에 없는 구조임을 관계자의 인터뷰를 통해 알 수 있었다. 한 개 면에 17개 마을(리)이 있는 행정적 특징으로 한 번 수거 시 더 많은 지역을 담당할 수 있으며, 소백산맥이 지나고

지대의 지리적 특성으로, 평지에 비해 한 마을의 면적이 넓어 수거하기 용이하다고 해당지역 민간위탁수거사업자는 설명하였다. 마지막으로 주민들이 직접 영농폐비닐 선별 작업에 동참하고, 등급 기준 미달 시 재분리수거 및 선별작업에도 적극적으로 참여한다는 사실이 봉화군의 차별점이라고 환경공단 관계자는 강조하였다.

분석 및 결론을 통한 시사점은 다음과 같다. 영농폐비닐의 종류와 규모에 대한 정확한 현황을 파악하여 정책을 실시해야 하며, 오염자 부담원칙에 따라 배출자인 농민의 노력이 요구되며, 앞선 사례를 통해 농민과 지자체의 관심이 수거율 제고에 중요한 역할을 하고 있음을 확인하였다. 기존 영농폐비닐 관련 선행연구들이 정성적인 연구방법이 주로 진행되었었다면, 본 연구는 정량적인 방법으로 결정요인을 분석하였다는데 의의가 있다. 그러나 향후 자료 보완을 통해 장기적인 수거율의 변화 추이 및 정책적 시사점을 살펴볼 수 있으며, 영농폐비닐 외에도 폐농약용기와 같은 다른 영농폐기물에 대한 연구는 추후 연구과제로 남는다.

주요어: 영농폐비닐, 영농폐기물, 수거율, 폐닐 선형회귀모형, 확률효과모형

학 번: 2015-23038

< 목 차 >

제 1 장 서론.....	1
제 1 절 연구의 배경 및 필요성.....	1
제 2 절 연구의 목적 및 방법.....	4
제 3 절 선행연구검토.....	5
제 4 절 논문의 구성.....	9
제 2 장 영농폐비닐 발생량 및 수거 현황.....	10
제 1 절 영농폐비닐 발생량 및 수거현황	10
1) 영농비닐의 종류와 용도.....	10
2) 영농폐비닐 발생량	12
제 2 절 영농폐비닐 수거 및 처리 현황.....	21
1) 영농폐비닐 수거·처리 개요.....	21
2) 영농폐비닐 수거 현황	26
3) 영농폐비닐 처리 현황	30
제 3 장 분석자료와 분석모형	32
제 1 절 분석자료 및 기초통계	32
제 2 절 분석모형.....	37
제 4 장 분석결과	40
제 1 절 요인별 분석결과.....	40
제 2 절 지역별 분석.....	45
제 5 장 결론.....	53
제 1 절 요약 및 시사점	53
참 고 문 헌.....	59
Abstract	63

〈 표 목차 〉

〈 표 2-1 〉 연도별 영농폐비닐 발생 및 수거 · 현황	14
〈 표 2-2 〉 2012 · 2015년 발생량 상위 10순위 지역 목록.....	19
〈 표 2-3 〉 지자체 영농폐비닐 공동집하장 설치현황(2013년 기준) ..	24
〈 표 2-4 〉 민간위탁수거사업자 수거 운반비 지급기준(2017년기준)	25
〈 표 2-5 〉 한국환경공단 수거 목표량 대비 수거량 비율	26
〈 표 2-6 〉 한국환경공단 연도별 영농폐비닐 처리현황	30
〈 표 2-7 〉 한국환경공단 영농폐비닐 재활용처리시설 민간 위탁운영현 황.....	31
〈 표 3-1 〉 분석자료와 출처	32
〈 표 3-2 〉 패널데이터에 투입된 변수의 기초 통계량	36
〈 표 4-1 〉 영농폐비닐 수거율 결정요인 추정 결과	43
〈 표 4-2 〉 모형에 따른 영농폐비닐 수거율 결정요인 추정 결과.....	44
〈 표 4-3 〉 2015년 영농폐비닐 수거량 전국 상위 10개 시 · 군	45
〈 표 4-4 〉 2015년 영농폐비닐 수거율 전국 상위 10개 시 · 군	49

〈 그림 목차 〉

〈 그림 2-1 〉 영농 비닐 사용 사례.....	10
〈 그림 2-2 〉 비닐하우스에 적용되는 영농 비닐 사례.....	11
〈 그림 2-3 〉 연도별 영농폐비닐 발생량.....	13
〈 그림 2-4 〉 경지면적과 영농폐비닐 발생량 변화 추이.....	15
〈 그림 2-5 〉 최근 4년간 영농폐비닐 종류별 평균 발생량 (2012~2015 년).....	16
〈 그림 2-6 〉 영농폐비닐 종류별 구성비 변화 추이.....	17
〈 그림 2-7 〉 2012년도 전국 시·군 영농폐비닐 발생량 분포 현황...	18
〈 그림 2-8 〉 2015년도 전국 시·군 영농폐비닐 발생량 분포 현황...	18
〈 그림 2-9 〉 영농폐비닐 수거·처리 흐름도.....	23
〈 그림 2-10 〉 영농폐비닐 수거량 변화 추이.....	27
〈 그림 2-11 〉 최근 4년간 영농폐비닐 종류별 평균 수거량 현황 (2012~2015년).....	28
〈 그림 2-12 〉 영농폐비닐 종류별 수거량 변화추이.....	29
〈 그림 4-1 〉 2015년도 전국 시·군 영농폐비닐 수거율 분포 현황...	48
〈 그림 4-2 〉 경상북도 봉화군 채소·특용작물·화초작물 등 면적 및 농가수 비중.....	50

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 필요성

2017년 5월 강원도 강릉·삼척시를 비롯한 경상북도 상주에서 대규모의 산불이 발생하였다. 전체 산불피해면적은 1,103ha에 해당하고 총 피해금액은 119억 2,100만원으로 추정되었다. 이 중 경상북도 상주의 피해 면적은 축구장 면적 약 121배에 달하는 86ha이며, 등산객 1명 사망 등 총 3명의 사상자가 발생했다. 상주 산불로 주민 215명이 긴급대피했으며, 헬기 15대와 행정, 경찰, 소방, 군부대, 주민 등 총 1천 477명이 진화 작업을 벌였다. 이렇게 대규모의 산림과 인명 피해를 발생한 상주 산불 원인은 바로 영농폐기물 소각 때문이었다.

김동영 외(2016)에 따르면 농촌지역 인구의 74.9%는 여전히 생활 폐기물을 노천에서 무단으로 소각하고, 농업잔재물 소각 시 발생하는 전국 미세먼지 배출량은 연간 약 8,642톤에 해당한다. 또한 2012년 경기도 대기오염물질 배출목록에서 농업잔재물 소각이 차지하는 비중은 PM10 10.9%, PM2.5 10.4%이다. PM10의 10.9%는 제조업 연소(7.8%)나, 에너지산업 연소(2.2%) 보다 더 많은 비중을 차지한다.

영농폐비닐의 소각 문제는 발암물질인 다이옥신이 다량 발생하기 때문에 농민 건강에 부정적인 결과를 초래할 수 있다. 김용진(2008) 연구에 따르면, 영농폐비닐의 소각 가스에는 2,228pg/kg의 다이옥신이 함유되어 있으며, 이는 같은 양의 종이를 소각 시 배출되는 다이옥신의 양의 약 4배(611.5pg/kg)나 된다. 따라서 영농폐비닐의 부적절한 수거·처리 문제는 농민 건강에 부정적인 영향을 미침을 알 수 있다.

영농폐비닐로 인한 사회적 손실의 또 다른 예는 영농폐비닐이 전차 선로에 걸려 고속철도(Korea Train eXpress, KTX) 및 열차 운행에 지장을 준 사례이다. 2011년, 83차례, 2012년 1~3월까지 50여 차례 이러한 사고가 발생하여 열차가 지연되었다. 2011년 농사용 비닐하우스가 철길로 날려, 전동 열차 전기공급선이 끊겼고, 열차 시간이 2시간이나 지연되었다(코레일, 2012). 영농폐비닐이 전차 선로에 걸린 것을 파악한 뒤

비닐을 제거하기까지 평균 약 36분이 소요된다. 열차 지연으로 인한 사회적 비용 추정에 관한 연구는 찾을 수 없었으나, KTX 같은 경우 40분 이상 1시간 미만 지연 될 경우 승차권 금액의 25%를 보상금으로, 1시간 이상일 경우는 승차권의 50%를 코레일에서 보상한다. 이를 통해 영농 폐비닐로 인한 열차 지연의 사회적 비용은 상당히 큰 규모임을 알 수 있다.

한편 농촌 환경 가치에서 영농폐비닐의 수거 및 처리의 필요성을 찾을 수 있다. 농촌진흥청의 연구(2001)에 따르면 수도권 주민들은 농업·농촌의 보존과 유지를 위하여 1인당 연간 29,700원을 지불할 의사가 있으며, 농업·농촌의 경관 가치를 7,451억 원으로 추정하였다. 2016년 전국의 957곳 농촌 체험마을 방문객이 약 1,000만 명을 넘었고, 지속 가능한 농촌 관광이 되기 위해서는 농촌 환경은 개선되어야 한다. 농림축산식품부와 행정자치부는 2016년 ‘함께 가꾸는 농촌운동’ MOU를 체결하였고, 1,208개 읍·면 9,196개 마을이 참여하여 영농폐기물을 수거하고 마을 가꾸기 등의 운동을 실시하였다. 2017년 4월 농림축산식품부는 “Clean Agriculture Campaign” 발대식을 갖고, 2021년까지 전체 농촌마을의 50%인 20,000개 마을이 캠페인에 참여하는 것을 목표로 하여, 국민들의 깨끗한 농업·농촌에 대한 수요에 부응하고자 하였다. 정부 역시 농촌의 환경을 보전하기 위한 방법 중 하나로 영농폐기물의 수거의 필요성을 인식하고 있음을 알 수 있다.

일반적으로 농촌에서는 잡초를 예방하고, 노동력 절감과 수확량증대를 목적으로 영농 비닐을 이용한다. 그러나 Steinmetz et al.(2016) 연구에 따르면 수거되지 않고 잔류한 영농멀칭 폐비닐은 오히려 농업생산성을 저하 한다. 잔류한 영농멀칭 폐비닐이 토양의 생물군집을 이동시켜 토양 품질을 변화 시키고, 탄소 및 질소 대사를 촉진시켜 잠재적으로 토양 유기물을 악화시키기 때문이다.

또한 논농사에서 밭농사로 변화하고 있는 농업환경변화는 영농 폐비닐 발생량을 증가시킬 수 있는 주요 요인이다. 전체 경지이용면적에서 벼 경작면적비율은 2003년에 52.4%(19만ha)로 최고치를 기록하고 지속적으로 감소하는 추세인데, 이는 곧 상대적으로 밭 경작 면적 비율이

증가하고 있다는 것을 의미한다. 논에서는 영농비닐이 거의 사용되지 않지만¹, 밭 경작 시에는 잡초예방용으로 멀칭용 비닐을 대부분 사용하기 때문에 이러한 농업의 환경변화는 영농폐비닐의 발생량을 증가시킬 것이며, 영농폐비닐에 대한 수거·처리에 대한 사회적 요구 역시 증대 될 것이다.

지금까지 화재 및 교통수단 지연으로 인한 손실 예방 차원, 농촌 환경 및 대기오염 개선, 농촌 생산성 및 농업환경 변화 등을 통해 영농 폐비닐의 수거와 처리의 중요성을 살펴보았다. 그러나 이러한 중요성에 비해 영농폐비닐의 수거율에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

한편 영농폐비닐은 지역에 따라 수거 환경이 다르다. 영농폐비닐 수거보상금(혹은 장려금 또는 인센티브)은 각 지자체 조례로 정하기 때문에 시·군에 따라 kg당 보상금 단가가 다르다. 또한 영농폐비닐은 상태가 깨끗하고 재활용하기 용이한 대로 등급이 나뉘지고 그 등급에 따라 수거 처리 되며, 보상금단가도 결정된다. 따라서 지역마다 수거 환경의 차이가 나며, 영농폐비닐의 수거율 역시 지역마다 다르게 나타날 수 있음을 알 수 있다.

따라서 본 연구는 영농폐비닐이 제대로 수거되고 처리되기 위한 요인이 무엇인지, 특히 지역에 따른 요인들이 어떻게 반영 되고 있는지 파악하고자 한다.

¹ 일부 모내기용 벼를 키우기 위해 하우스가 필요하나 이 역시 밭 경작지에 있는 하우스에서 재배한 뒤 논에 옮겨 심는 경우가 많음.

제 2 절 연구의 목적 및 방법

본 연구의 목적은 첫째, 영농폐비닐의 수거율을 결정하는 요인을 찾고자 함이다. 영농폐비닐의 수거율을 결정하는 요인을 경제적 요인, 행정적 요인, 개인적 요인 3개 분야로 나누고 각 분야별로 변수를 선정하여 어떠한 요인이 영농폐비닐의 수거율을 결정하는지 정량적으로 분석하고자 한다.

두 번째, 수거율이 높은 시·군을 선별하고, 그 지역의 요인이 타 지역과의 차별적인 특성이 있는지 확인하고자 한다.

마지막으로 분석된 요인과 결과를 바탕으로 정책적 시사점을 제시하고자 한다. 영농폐기물 수거와 처리에 대한 정량적이고 객관적인 근거를 제시함으로써 향후 정책 수립 시 시사점을 제공하고자 한다.

본 연구는 패널데이터를 이용한 회귀분석을 사용하고자 한다. 연구의 시간적 범위는 2012~2015년이다. 시간적 범위를 4개년으로 지정한 이유는 데이터의 한계 때문이다. 한국환경공단에서 영농폐비닐의 발생량 데이터를 매년 작성하고 발표하는데, 2012년 전후로 발생량 추정 방법의 변화가 있었다. 따라서 자료의 일관성을 유지하고자, 4개년도의 자료만을 이용한다. 연구의 공간적 범위는 전국 163개의 시·군 단위이며, 2012년부터 2015년 사이에 군에서 시로 승격한 여주시, 청주시 등은 ‘시’로 적용하였다.

제 3 절 선행연구검토

영농폐기물은 영농 현장에서 사용되는 영농 자재가 영농활동 종료 후 폐기물로 배출되는 것을 말한다. 따라서 영농폐기물이 무엇인지 정의하기 위해서는 영농자재를 먼저 살펴봐야 한다. 영농자재의 종류는 피복자재, 육묘자재, 재배관련자재, 유통저장자재 등으로 구분할 수 있다. 비닐, 반사필름, 활죽, 보온덮개, 비닐끈은 피복자재로, 비닐포트는 육묘자재로, 지지대, 끈, 과일봉지, 핀은 재배관련자재로, 포장상자, 저장상자, 포장재는 유통저장자재로 분류될 수 있다(임상봉 외, 2013). 또한 영농폐기물은 이 외에도 폐농기계를 포함(강창용 외, 2002)하기도 한다. 이렇게 다양한 영농폐기물 중 법적 체계 아래서 수거·처리 되고 있는 것이 영농폐비닐과 폐농약용기이다. 따라서 영농폐기물 수거량 데이터를 확보할 수 있는 것 역시 이 두 품목 뿐이다. 그런데 다른 영농 자재에 비해 수거량에 대한 자료가 있었음에도 불구하고 현재까지 영농폐비닐과 폐농약용기의 발생과 처리에 대한 실증연구는 미흡하다.

먼저 영농폐비닐을 연구 대상으로 포함하고 있거나 수거율에 관한 연구를 검토하고자 한다. 선행연구를 유형화 해보면, 첫째, 영농폐비닐을 포함하는 폐영농자재 관련한 연구, 농촌쓰레기 문제의 한 부분으로 영농폐비닐을 다루고 있는 연구, 영농폐비닐을 수거 및 처리 정책과 제도 관련한 연구가 있다. 마지막으로 재활용 참여율에 관한 연구가 있다. 특히 재활용 참여 선행연구에서는 농촌에서의 영농폐기물 배출이, 일반폐기물 배출 시 생활폐기물에서 재활용품을 별도 분리해서 배출한다는 점과 유사하다고 판단하여 재활용 참여요인분석에 관한 연구를 살펴보고자 한다.

영농폐비닐을 폐영농자재 중 하나로 연구대상을 설정하여 이에 대한 발생 및 수거 실태와 관리방안에 대한 연구로는 강창용 외(2002), 강창용 외(2004)가 있다. 이 연구는 농가·수거처리업체(한국환경공단, 재활용업체)·행정기관을 설문조사 및 사례분석을 실시하였다. 농가의 설문조사를 통해 영농폐비닐의 작목별, 재질별 비닐하우스 및 노지 멀칭용 사용량과 발생량을 추정하였다. 또한 농가의 영농폐비닐 최종 처리방식과 배출 시 손질 정도를 파악하였다. 수리처리업체와 행정기관의 수거 관리

또한 설문조사와 사례분석을 통해 현황과 문제점 그리고 개선방안에 대해 논의하였다. 이 연구는 설문조사를 통해 폐비닐의 발생량과 처리방법에 대해 조사를 하였고, 수거율이 낮은 상태임을 강조하였다. 그러나 수거량이나 수거율에 대한 정량적인 접근 보다는 설문을 통하여 현실의 문제점을 지적하고 그에 대한 해결책을 제안하였다는 점에서 한계가 있다.

한편 대부분의 연구들은 영농폐비닐을 농촌 쓰레기 문제의 일부분으로 검토한 것이 대다수이다. 강창용·최진용(2016)은 농촌의 전반적인 오염원의 종류와 내용을 정리하였고, 농촌 폐기물 처리 정책과 관련된 내용을 규범적·이론적으로 정리하였다. 영농폐비닐 관련해서는 농가 설문조사와 농촌지역 관련기관(한국환경공단, 유기비료회사, 폐기물 수집상 등) 담당자 면담을 통해 자료 조사하였다. 그러나 농촌폐비닐 수거과정을 사례중심으로 서술했다는 점에서 대다수의 기존 영농폐기물의 연구와 다르지 않다.

마상진 외(2014)는 폐기물 관리 주요 법규 및 계획을 문헌조사 하였고, 환경부에서 실시한 지역 표본조사를 토대로 생활폐기물 실태를 정리하였다. 이 연구에서 영농폐기물 분야는 발생 및 수거 처리 현황을 기초자료로 분석하였고, 영농폐기물 문제 해결방안을 제시하였다. 그러나 이 연구 역시 문헌 조사를 통해 영농폐기물 수거 및 처리 문제점과 해결방안을 제시하였다는 점에서 정성적인 연구방법이 주로 사용되었음을 알 수 있다.

농촌 쓰레기 발생량을 정량적인 방법으로 분석한 연구로는 허장 외(2001)의 연구를 들 수 있다. 쓰레기 발생량에 영향을 미치는 요인을 연령, 학력, 연소득, 가축사육, 가족 수 등으로 설정하고 설문조사를 통해 이에 대한 상관관계 분석을 하였다. 덧붙여 농촌 마을 사례분석을 통해 마을 특성에 따른 쓰레기 관리를 분석하였다. 그러나 이 연구의 범위는 농촌 생활 쓰레기에 국한함으로써 영농폐기물을 고려하지 못한 한계가 있다.

영농폐비닐의 연구의 다른 한 분야는 폐비닐의 수거 및 처리 관련 기관의 연구이다. 목진휴 외(2013)의 연구는 영농폐기물 수거 처리 현황, 수거 처리 체계 및 제도 현황을 분석하고, 해외사례 현황 파악하였다. 현행 수거 처리 체계의 문제점, 역무체계 개선 방안, 이물질 혼입 저

감방안, 생분해성 멀칭필름 보급사업 추진 방안을 모색하였다. 이수철 외(2012)는 영농폐기물뿐만 아니라 슬레이트, 임목폐기물 현황 분석 및 대책방안을 제시하였다. 영농폐기물 대책 방안으로는 민간 수거 유인제도 개선, 소득향상 연계 민간 수거 활동 확대를 제안하였다. 두 연구는 현재 수거 처리 체계의 문제점을 분석하고, 문헌 조사 방법으로 정책 및 제도 개선방안을 제시하였다. 하지만 수거율에 대한 요인 분석까지는 이르지 못하는 못하였다.

드물게 영농폐비닐과 관련해 경제적 분석을 한 연구가 있다. 광승준(2002)은 농업용 폐비닐 재활용확대정책을 시행함으로써 발생하는 경제적 편익을 측정하여 정책의 예비적인 가치를 제공하였다. 서울시 가구를 대상으로 설문조사하여 조건부가치측정방법(CVM)으로 경제적 편익을 추정하였다. 농업용 폐비닐 재활용 확대정책에 서울시 전체 가구는 매년 약 143억원의 편익을 얻는 것으로 조사되었다.

마지막으로 폐기물 연구의 재활용 참여요인분석 연구가 있다. 재활용 참여요인분석은 해외 연구가 주를 이루었는데 Vicente et al.(2008)의 연구는 크게 4가지(재활용에 대한 태도, 인센티브, 정보 전달 방식, 자녀 여부)를 설명변수로 설정하여 재활용 참여여부를 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 그러나 이 연구는 포르투갈의 수도인 리스본 광역시의 5개 지자체를 대상으로 한 조사이기 때문에 농촌지역에 바로 적용할 수 없다.

Parsons et al.(2010)는 호주의 작은 소도시에 있는 소상공인을 중심으로 재활용 참여에 장애가 되는 요인을 분석하였다. 영농폐비닐 역시 농가 개인이 주요 배출자이며, 기존의 주된 도시 폐기물 연구와 달리 작은 소도시를 대상으로 했다는 점이 영농폐비닐의 농촌과 유사할 것으로 판단하여 선행 연구로 검토하였다. 소상공인들이 재활용 참여의 장애 요소로 인식한 점은 재활용 수거함 제약, 재활용 서비스에 대한 정보부족, 재활용 분리 시간 소요, 재활용 보관 장소 부족을 선택하였다. 반면 재활용 참여 동기는 환경오염에 대한 예방 또는 미래 환경에 도움이 된다고 인식, 일반쓰레기 감량으로 인한 재정적 이득임을 소상공인들은 꼽았다.

Passarini et al.(2011)은 지형·지역적 특성과 분리수거율간의 관계

를 연구하였다. 이탈리아 Emilia-Romagna 지역을 연구 범위를 설정하였는데 이는 동일한 소득 수준, 기반시설, 행정 수준에서 다른 도시 구조(농촌, 도시), 지형(고도), 인구밀도의 차이에 따라 수거율의 변화를 보고자 하였다. 평지대의 농촌 지역이 가장 높은 분리수거율을 보였고, 평지대의 도시 지역은 발생량도 많을뿐더러 분리수거율이 낮음을 설명하고 있다. 그러나 이러한 실태는 농촌보다는 도시일수록 생활쓰레기 분리수거율이 높아지는 한국의 실정과는 맞지 않음을 알 수 있다.

지금까지 폐영농자재·농촌 쓰레기문제·수거 처리 정책 개선의 대상으로서의 영농폐비닐을 연구한 선행연구와 경제 편익 분석 및 재활용 참여 요인분석 연구 등을 살펴보았다. 그러나 대부분의 연구는 설문조사나 사례분석 및 문헌조사 중심이었으며, 수거율에 대한 정량적 분석 연구는 미미한 수준이다. 따라서 영농폐비닐의 정량적 데이터를 구축하고, 수거율에 대해 계량적 분석을 적용하는 것이 이 연구의 가장 큰 차별점이라 할 수 있겠다.

제 4 절 논문의 구성

본 연구는 총 5장으로 구성되어 있으며, 각 장은 아래와 같다.

1장에서는 연구의 배경 및 필요성, 그리고 연구목적 및 방법을 소개한다. 또한 선행연구를 검토하여 기존의 연구방향을 소개하고, 본 연구에 대한 시사점을 도출한다.

2장에서는 영농폐비닐의 발생량과 수거율에 대한 현황을 살펴본다. 영농폐비닐의 수거 및 처리 현황을 검토함으로써 수거율과의 연관성을 찾아보고자 한다. 현재 수거·처리 과정에서의 문제점과 한계를 분석하고, 수거율에 미칠 수 있는 요인들을 검토한다.

3장에서는 분석에 사용할 자료를 소개하고, 각 변수들을 설명하고자 한다. 그리고 패널 자료에 적합한 분석 모형을 결정한다.

4장에서는 선정된 분석 모형에 패널 자료를 적용하여 영농폐비닐 수거율을 결정하는 요인이 어떤 것들인지 추정하고자 한다. 수거율에 영향을 미치는 요인들을 파악하고 그 요인들의 특성에 대해 분석하고자 한다. 또한 수거율이 높은 지역을 파악하여, 해당 지역이 다른 지역에 비해 갖고 있는 차별적 특성을 분석해보고자 한다.

마지막으로 5장에서는 1장에서 4장까지 분석된 연구 결과를 요약하고, 정책적 시사점을 추론하고자 한다.

제 2 장 영농폐비닐 발생량 및 수거 현황

제 1 절 영농폐비닐 발생량 및 수거현황

1) 영농비닐의 종류와 용도

영농비닐(농업용비닐)은 사용목적에 따라, 재질에 따라 종류가 나뉜다. 먼저 사용 목적에 따라서는 온실 기능을 하는 시설(비닐하우스)을 만들기 위해 사용되는 비닐하우스용과, 작물의 재배를 위한 멀칭용으로 구분된다(박진호, 2009). 특히나 멀칭용은 토양수분 유지 보존, 지온변화 억제, 토양침식 방지, 잡초의 억제효과가 있어 비닐하우스 내부와 일반 노지에 널리 사용 되고 있다(이준설, 2009).

< 그림 2-1 > 영농 비닐 사용 사례

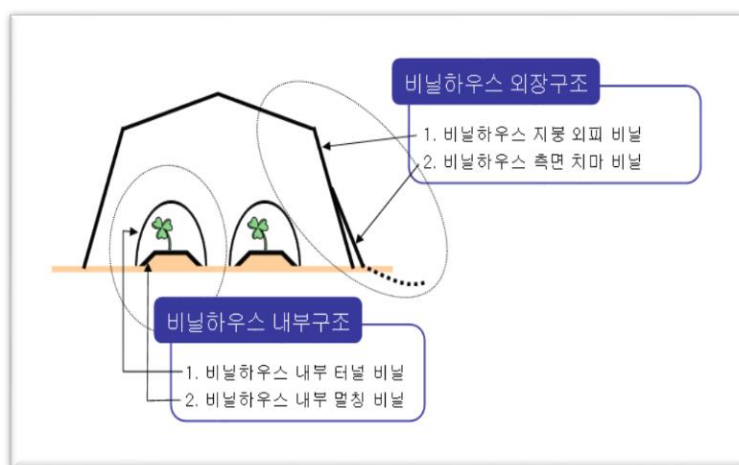


자료출처: 직접촬영

한국에서는 4 종류의 영농비닐이 주로 사용된다. 고밀도폴리에틸렌(High Density Poly-Ethylene: HDPE·하이덴), 저밀도폴리에틸렌(Low Density Poly-Ethylene: LDPE·로덴), 염화비닐(Poly-Vinyl Chloride: PVC), 초산비닐(Ethylene Vinyl Acetate: EVA) 등이 있다(박진호, 2009). 본 연구에서는 비닐들의 구성원료, 제작방법의 차이에 대한 설명보다는, 영농과 관련된 용도와 기능에 집중하여 설명하고자 한다.

HDPE의 용도는 대부분 멀칭 비닐용으로 사용되며, LDPE는 주로 비닐하우스용으로 사용되고 있다. 그런데 최근에는 멀칭용으로도 LDPE를 사용하는 추세이다. 터널용, 보온묘관용 등으로 LDPE가 사용되고 있으며, PVCs와 EVA는 주로 비닐하우스용으로 사용되고 있으나 최근에는 사용량이 감소하고 있다²(박진호, 2009).

< 그림 2-2 > 비닐하우스에 적용되는 영농 비닐 사례



자료출처: 한국환경공단 영농폐기물 통계조사 조사표

비닐하우스용 비닐은 터널형, 아치형, 양지붕형, 3/4 지붕형으로 구분되며, 투명한 PVC나 EVA도 사용되었으나 최근에는 LDPE 재질의 0.05mm 두께를 일반적으로 사용한다. 멀칭용은 대부분 노지재배에 사용되고 있으며, 특히 들깨, 고추, 마늘, 참깨, 땅콩, 엽연초 등의 재배를 위해 이용된다. 멀칭용 비닐은 땅에 직접 전체 표면이 닿게 설치하고 중간에 구멍을 뚫어 작물을 심는다. 멀칭용 비닐로서 HDPE는 0.01mm, LDPE는 0.02mm가 주로 사용되고 있다. 색깔은 투명한 것과 검은 것,

² 일본 경우에는, 기존 PVC재질사용이 우세하였으나 1990년대에 이르러 소각 시 다이옥신발생에 의한 환경오염 경각심 및 수입농산물에 의한 비닐하우스 농업의 감소로 2005년 이후 PE재질이 50% 이상 차지(한국환경공단 2009, 선진국(일본) 영농폐비닐 수거처리실태 현장 견학 결과보고서).

그리고 짝이 올라오는 부분만 투명색이고 나머지는 검은색 비닐로 구성된 것 등이 있다(박진호, 2009).

용도에 따라 영농비닐의 오염도는 달라진다. 하우스용비닐(0.05mm LDPE)은 지면과 직접 닿는 부분은 일부분이고 대부분의 비닐은 공간에 설치되어 있기 때문에 상대적으로 멀칭용 비닐에 비해 깨끗하다. 그러나 멀칭용비닐(0.01mm HDPE, 0.02mm LDPE)은 땅에 직접 깔고 흙으로 고정하기 때문에, 흙·먼지·이물질에 오염되기 쉽다. 이는 추후 영농폐비닐의 수거량, 재활용량에 영향을 주기 때문에 용도에 따른 비닐의 종류에 차이 인식은 중요하다.

2) 영농폐비닐 발생량

한국환경공단은 영농폐기물의 발생, 수거, 처리 실태를 파악하여 영농폐기물 관련 정책수립과 합리적인 처리를 하는데 필요한 자료를 제공하기 위하여 매년 ‘영농폐기물조사’를 실시한다. 이 통계조사는 2004년도에 최초 작성되었고, 2009년 환경부 감사 시 통계 결과에 대한 정확성의 재고가 요구되어 2011년 조사 방법 개선 연구가 진행되었다. 이에 따라 2012년도부터 새로운 통계조사방법이 적용되었다³.

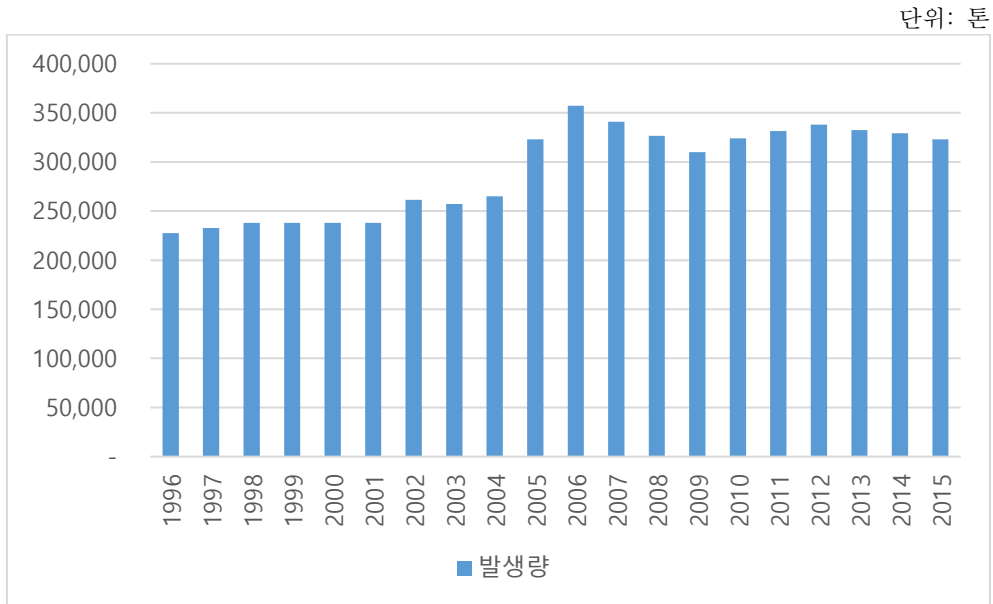
영농폐기물조사에서는 폐비닐·폐농약용기의 발생량, 수거량, 재활용량을 조사하며, 본 연구에서는 폐비닐을 중심으로 사용하고자 한다. 단, 자료의 일관성을 유지하기 위해 조사 방식이 동일한 2012년부터 가장 최근에 발표된 2015년도까지 자료를 사용하고자 한다.

전국 영농폐비닐발생량은 1996년 약 23만톤에서 완만하게 증가하다가 2005년에 32만톤으로 급증하였으며, 2006년에 36만톤으로 최고 발생량을 기록하였다. 2004년도에서 2006년 사이에 발생량이 급격하게 증가한 이유는 2004년부터의 영농 폐비닐 통계가 새로 적용되었기 때문이다. 통계조사 방법의 새로운 기준의 따라서 기존 발생량과의 차이가 있음을 알 수 있으며, 이전 발생량은 과소평가 되어있었음을 유추할 수

³ 자원순환정보시스템 홈페이지(www.recycling-info.or.kr) ‘영농폐기물통계조사’내용 참조 및 정리함.

있다.

< 그림 2-3 > 연도별 영농폐비닐 발생량



자료출처: 국가통계포털(KOSIS), 강창용(2002), 환경공단 내부자료(2017) 취합.

영농폐비닐의 실제 발생량을 조사하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에, 먼저 표본 농가를 대상으로 사용량을 설문조사한다. 여기서 기존 폐비닐의 계속사용량, 재사용량, 순수수지 함유율과 같은 보정을 거쳐 발생량을 추정한다. 이 값이 실제 값과 유사한 지 비닐의 판매량을 이용하여 전국 총량과 비교하는 과정을 거쳐 최종 발생량을 추정한다(연세대학교 통계연구소, 2011). 따라서 2004년 전의 통계는 사용량이 과소추정되었거나, 계속사용량 및 재사용량이 과대 추정되었거나, 또는 순수수지 함유율이 낮게 측정되었을 가능성을 내포하고 있으며, 이에 따라 2005년 이후의 발생량 수치가 달라졌음을 추론할 수 있다.

< 표 2-1 > 연도별 영농폐비닐 발생 및 수거·현황

단위: 톤

구 분	발생량	수거량	처 리	재 고
1996	227,679	61,494	46,019	192,740
1997	232,740	72,916	47,899	217,757
1998	237,934	75,792	45,683	247,866
1999	237,934	81,186	49,143	279,909
2000	237,934	88,818	67,155	301,572
2001	237,934	96,059	68,504	327,634
2002	261,290	110,382	- ⁴	-
2003	257,140	126,439	-	-
2004	264,880	218,069 ⁵	244,400	-
2005	322,947	213,723 ⁶	242,715	358,720
2006	357,397	199,327	270,100	276,267
2007	341,038	175,201	254,139	197,000
2008	326,509	182,620	260,820	119,162
2009	310,009	190,162	236,247	72,973
2010	324,101	176,849	208,378	41,444
2011	331,490	181,609	185,425	37,628
2012	337,877	178,130	180,949	34,809
2013	332,575	189,306	174,181	49,934
2014	329,239	188,279	193,060	45,153
2015	322,964	186,965	210,976	21,142

자료출처: 국가통계포털(KOSIS), 강창용(2002), 환경공단 내부자료(2017) 취합.

최근 5년간 영농폐비닐의 발생량의 평균값은 약 33만톤으로, 2009년부터 2012년까지 증가하였다가 그 이후 점차 감소하는 추세이다. 이는 전체 농업 경지면적의 증감과 관련 있다. <그림 2-4>을 살펴보면 논 경지면적과 밭경지면적이 약간 상승했음을 볼 수 있다. 논경지면적은 2011년 대비 2012년도에 6,162ha, 밭경지면적은 25,779ha 증가하였

⁴ 자료없음.

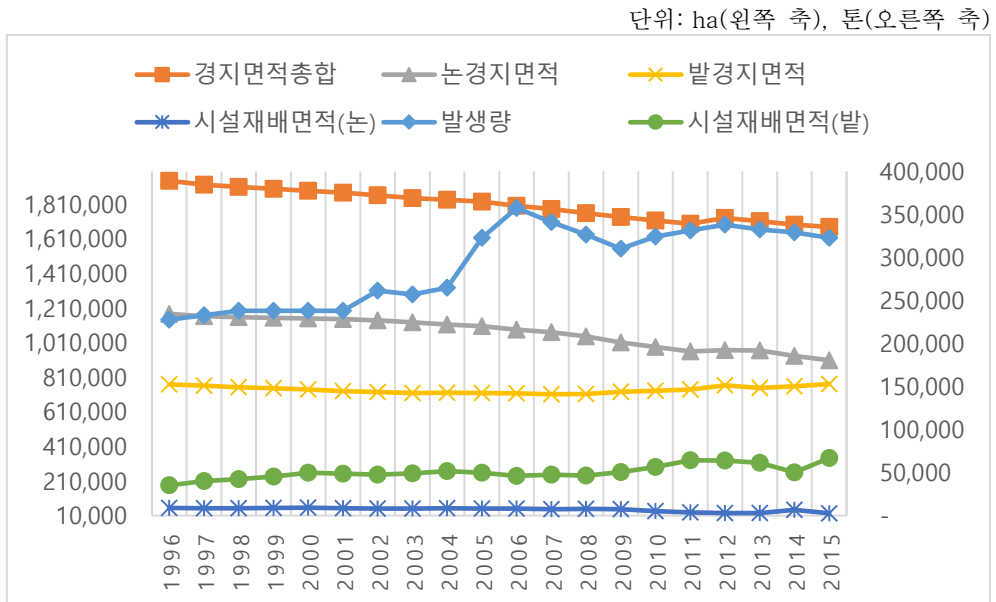
⁵ 2004·2005년도 국가통계포털 및 환경부 자원순환정보시스템 환경통계정보에 공표된 수치를 제시하였음. 그러나 김윤호 외(2007) 자료에 따르면 2004년도 수거량은 162,350톤, 2005년도 164,531톤 임. 시간에 따른 추이를 살펴보면 국가통계포털 자료보다는 김윤호 외(2007) 연구의 자료가 더 적정할 것으로 보이나, 국가통계시스템에 제시된 자료를 이용하고자 함.

⁶ 위와 같은 내용.

으며, 이 기간에서는 발경지면적의 증가가 발생량의 증가에 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

그러나 2012년 이후에는 발생량이 점차 감소하고 있는 데, 이는 전체 농업경지면적이 감소하는 추세와 유사하다. 밭 경지면적의 증가의 폭보다 논경지면적의 감소 폭이 약 8배가 크기 때문에 논경지면적의 감소가 발생량과 관련이 있는 것으로 보인다. 그러나 이는 수치상의 추이일 뿐 실제 관련성은 그다지 높지 않을 것으로 생각한다. 영농폐비닐 발생량 산출에 필요한 경지면적 자료는 시·도별 시설작물 재배면적, 시설 중 비닐하우스 면적의 비중, 시·도별 재질별 온실시설 설치면적, 시·도별 밭면적이기 때문이다. 물론 시설작물 재배면적에서 시설재배면적의 논의 포함되기는 하나, 발생량 추정에 사용이 되는 경지면적은 하우스·온실시설과 밭면적이 주요 요소이기 때문에, 논경지면적과의 발생량과의 연관성은 낮을 것으로 생각한다.

< 그림 2-4 > 경지면적과 영농폐비닐 발생량 변화 추이

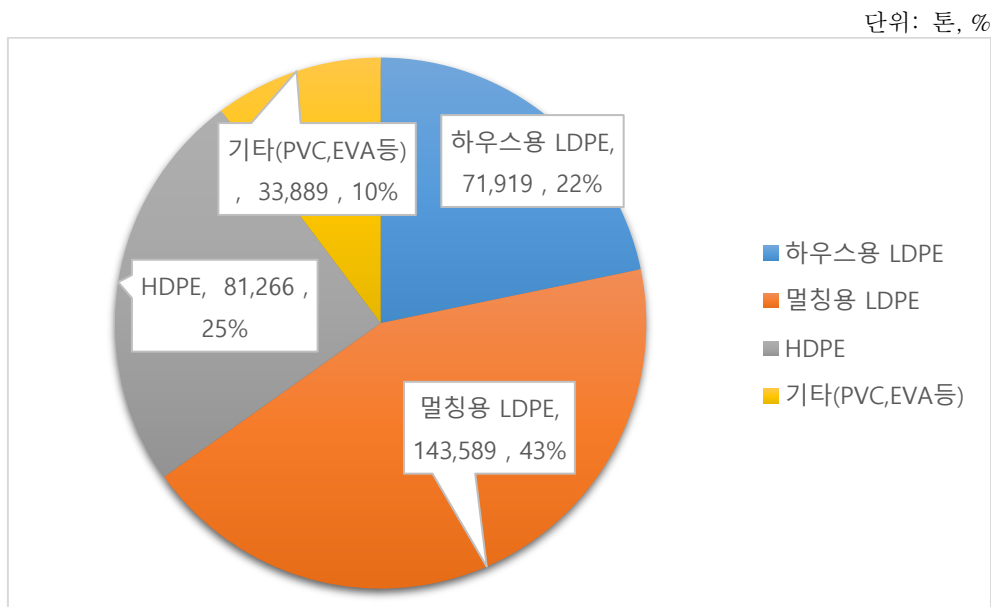


자료출처: 국가통계포털(KOSIS), 강창용(2002), 환경공단 내부자료(2017) 취합.

최근 4년간 영농폐비닐 종류별 평균 발생량을 살펴보면 아래 그림

과 같다. 발생량 중 가장 많은 부분을 차지하는 것은 멀칭용 LDPE로 약 43%를 차지하고 있으며, 이는 약 14만 톤에 해당한다. 그 다음으로는 HDPE로, 약 8만1천 톤, 전체 25%에 해당한다. HDPE역시 대부분이 멀칭용으로 사용된다는 점에서 영농폐비닐 발생량 전체의 68%가 멀칭용으로 사용한 뒤 발생하는 것으로 알 수 있다. 따라서 영농폐비닐 발생 및 수거에 밀접한 관련이 있는 것은 멀칭용 LDPE와 HDPE 종류인 것을 알 수 있다. 비닐하우스 같은 경우는 환경공단에서 수거하기 이전에 이미 민간시장에서 판매되어 재활용업체로 이동한다. 따라서 수거율을 더 높이기 위해서는 발생량의 약 70%를 차지하고 있는 멀칭용 수거에 대한 관심을 높여야 한다는 점을 알 수 있다.

< 그림 2-5 > 최근 4년간 영농폐비닐 종류별 평균 발생량(2012~2015년)



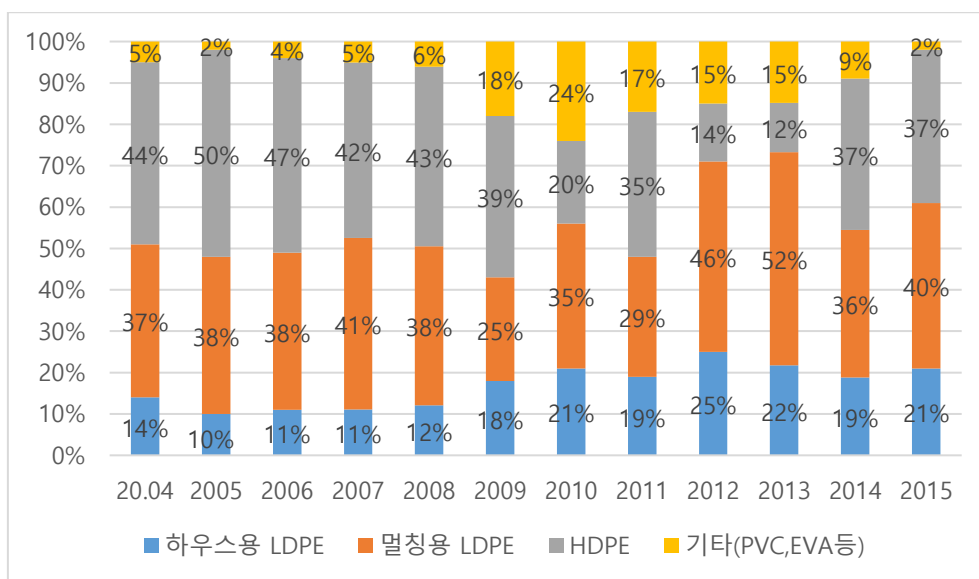
자료출처: 국가통계포털 (KOSIS)

영농폐비닐의 종류별 발생량 변화추이를 살펴보면 멀칭용 LDPE와 HDPE가 시간의 흐름에 상관없이 발생량의 가장 많은 부분을 차지하고 있으며, 하우스용 LDPE는 2009년 이후로 증가해 오고 있다. PVC와 EVA 등을 포함하는 기타 부분은 점차 그 양이 줄어들고 있다. 한편 영

농폐비닐 발생의 구성비를 보면, 멀칭용 LDPE와 HDPE간의 대체관계에 있다는 점을 알 수 있다. 2009년부터 2014년까지 HDPE가 전년도 비해 발생량이 감소하면, 그 비율만큼 멀칭용 HDPE의 발생량이 증가하고 있음을 알 수 있다.

< 그림 2-6 > 영농폐비닐 종류별 구성비 변화 추이

단위: %

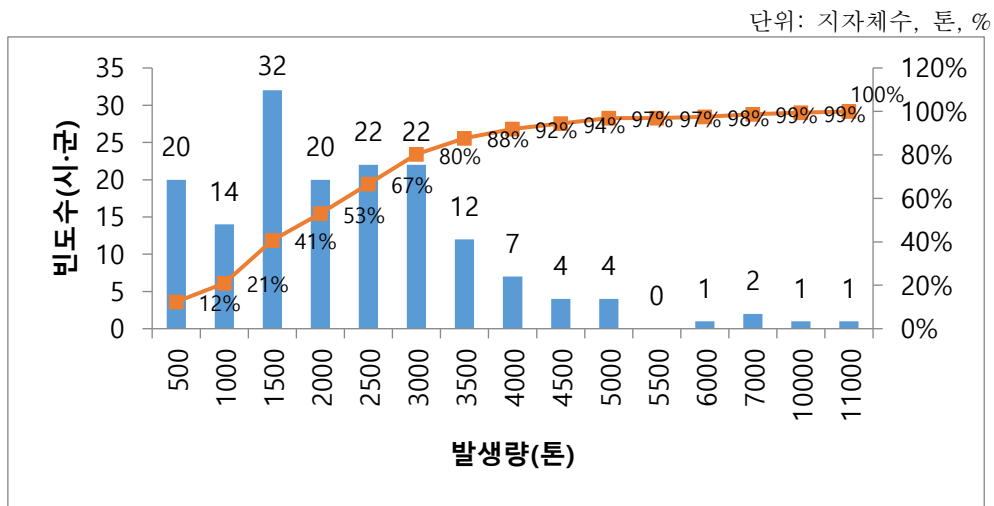


지금까지 영농폐비닐 전체 발생량과 종류별 발생량과 구성비에 대해 살펴보았다. 본 연구가 중점적으로 탐구해보고자 하는 지자체의 특성을 살펴보자 한다. 전국 163개 시·군의 영농폐비닐 발생량의 분포 현황을 보면, 2012년 기준 3천톤 미만이 전체 발생량의 80%를 차지(2015년 전체 발생량의 82%)하고 있어, 대부분의 시·군의 영농폐비닐의 발생량은 연간 3천톤 미만에 위치하고 있음을 알 수 있다.

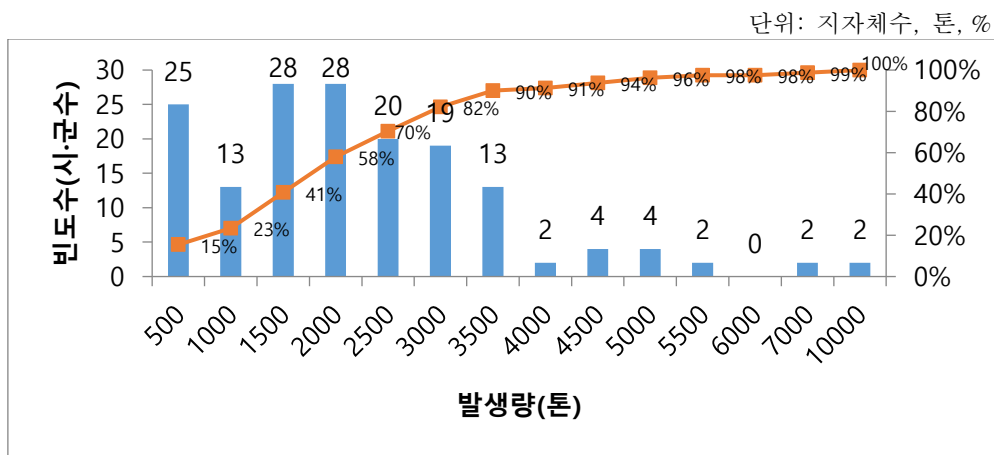
2012년 대비 2015년 시·군 발생량을 비교해보면, 전체적으로 2015년이 2012년도에 비해 발생량 분포의 범위가 좁은 것을 알 수 있다. 2012년도의 최소 영농 폐비닐 발생량은 경기도 군포시로 54톤, 최대 발생량은 경상북도 성주군으로 10,727톤이다. 2015년도의 최소 발생

량은 2012년도와 동일한 지역으로 경기도 군포시가 44톤 이며, 최대 발생량은 8,469톤으로 충청남도 논산시이며, 뒤이어 경상북도 성주군이 8,461톤으로 영농폐비닐을 많이 발생하였다. 2012년도에 1만 톤 이상은 성주군 1곳이 있으며, 이에 반해 2015년도는 최대 발생량이 8,469톤 (충남 논산)으로 1만톤에 못 미치는 수치로 발생량 규모가 축소된 것을 알 수 있다.

< 그림 2-7 > 2012년도 전국 시·군 영농폐비닐 발생량 분포 현황



< 그림 2-8 > 2015년도 전국 시·군 영농폐비닐 발생량 분포 현황



발생량을 시·군 수준으로 세밀하게 살펴보기로 하자. 아래 <표2-2>는 2012년, 2015년 전국 지자체에서 발생량이 높은 10개 지역을 선정하여 정리한 목록이다. 2012년과 2015년에 발생량 상위 10개로 중복 선정된 지역은 경상북도 성주군, 경상남도 밀양시·진주시, 전라북도 고창군, 전라남도 나주시, 충청남도 논산시로 6개 지역이 순위의 변동은 있었으나 발생량 상위 10개 지역 범주에는 계속 유지되었다.

< 표 2-2 > 2012·2015년 발생량 상위 10순위 지역 목록

단위: 톤

지역	2012년도 발생량 10순위	지역	2015년도 발생량 10순위
경상북도성주군	10,727	충청남도논산시	8,469
경상남도밀양시	7,867	경상북도성주군	8,462
경상남도진주시	6,704	경상남도밀양시	6,547
전라남도나주시	6,029	충청남도부여군	6,357
충청남도논산시	5,631	경상남도진주시	5,398
경상북도김천시	4,780	제주특별자치도 서귀포시	5,073
충청북도음성군	4,623	인천광역시	4,779
경상북도안동시	4,620	전라남도나주시	4,713
전라북도고창군	4,563	충청남도예산군	4,563
전라남도해남군	4,272	전라북도고창군	4,541

자료출처: 환경공단(2016)

발생량이 높은 지역의 특성을 찾고자 먼저 2015년 발생량 상위 10개 지역의 발경지면적을 살펴보고자 한다. 전국 시·군의 평균 발경지면적은 4,610ha이다. 성주군, 밀양시, 부여군을 제외한 나머지 7개 상위 발생량 지역은 모두 전국의 발경지면적의 상위 75%(제 4사분위수)에 포함된다. 영농폐비닐 발생량이 많은 지역은 일반적으로 발경지면적이 넓은 편에 속한다는 것을 알 수 있다.

성주군(2,432ha), 밀양시(5,975ha), 부여군(3,495ha)은 발경지면적이 그리 큰 지역이 아님에도 불구하고 발생량은 상위 2·3·4위에 속한다. 이러한 지역들은 발경지면적외에 다른 특성이 있을 것이라 생각하여 영농 형태 및 작물 수확 면적을 검토하였다. 2012년 성주군은 7,511 농

가가 영농활동을 하고 있으며, 영농형태는 논벼 19%, 식량작물⁷ 6%, 채소·산나물⁸ 64%, 과수⁹ 2%로 구성 되어 있다. 2015년 성주군의 영농형태는 논벼 21%, 식량작물 5%, 채소·산나물 62%로 구성되어 있으며, 다른 지역에 비해 채소·산나물 경작 활동이 많은 것으로 파악할 수 있다. 특히 성주군의 시설작물 수확 면적 구성을 보면, 참외가 2,653ha¹⁰로 성주군 전체 시설작물 수확면적의 97%를 차지한다.

경상남도 밀양시는 고추 시설작물 수확면적으로 전국 1위(524ha)에 해당한다. 또한 밀양시는 논산시(782ha)에 이어 전국에서 두번째로 딸기 시설 수확면적(431ha)이 넓다. 충청남도 부여군은 수박 시설 수확면적이 전국 1위(974ha)이다. 부여군에서 토마토는 전국 4위로 234ha, 고추는 전국 5위로 186ha, 호박은 전국 4위로 109ha를 경작 하고 있다. 따라서 영농패비닐 발생량이 많은 지역이 일반적으로 밭경지 면적이 넓은 지역에 해당하지만, 그렇지 않은 지역은 시설작물 수확면적이 넓거나, 한 작물이 주산지인 지역이거나, 다른 작물보다 채소·산나물의 영농형태가 주된 지역이 발생량이 많다는 것을 알 수 있다.

⁷ 보리, 콩을 말함.

⁸ 고추, 마늘, 양파, 수박, 오이, 호박, 참깨를 포함.

⁹ 배, 복숭아, 단감, 포도, 감귤, 뽕은 감, 기타 등.

¹⁰ 성주군의 참외 시설 재배 수확면적은 2,653 ha로, 시설재배수확면적을 포함하는 밭경지면적 2,432ha보다 큰 모순적인 상황이 발생한다. 두 통계 모두 통계청에서 발표한 자료이다. 시설재배수확면적은 2015년 농업총조사 통계치로 전국의 모든 농립어가를 조사원이 직접 방문하여 면적조사 하거나, 인터넷을 통해 조사한 결과이며, 밭경지면적 통계의 경우 표본조사 10,000개 표본조사구에 대한 위성영상 관독을 통해 추정된 결과물이다. 따라서 표본에 따른 차이임을 알 수 있다.

제 2 절 영농폐비닐 수거 및 처리 현황

1) 영농폐비닐 수거·처리 개요

2015년 환경공단 영농폐기물 표본조사¹¹에 따르면, 하우스 비닐 철거 후 처리방법에 대해 전체 표본 농가 2005개 중 95.1%(1906개)가 ‘배출한 비닐의 100%를 수거 가능하도록 묶어서 배출하고 있다’라고 답하였다. 2005개 중 9가구는 ‘태워 없앴’을, 2가구는 ‘농경지나 집 주변에 방치 하고 있다¹²’, 1가구는 ‘매립’한다고 밝혔다. 또한 외장 비닐 철거 후 내부멀칭용이나 다른 용도로 재사용한다고 91개 가구가 응답하였고, 91개 가구 중 45개 가구가 배출량의 100%를 내부 멀칭용이나 다른 용도로 재사용한다고 답하였다.

한편 멀칭용 비닐을 철거 후 처리방법에 대해서는 전체 표본 농가수 1970개 중 94.6%(1864개 가구)가 ‘배출량의 100%를 수거 가능하도록 묶어서 배출’한다고 답하였다. 50가구는 ‘농경지나 집 주변 등에 방치 한다’고 하였다. 한편 72가구가 소각하며, 72가구 중 23가구가 배출량의 100% 태운다고 응답하였다. 1가구는 ‘보수공사용 등으로 매립하거나 땅에 배출량의 100%를 매립 한다’고 답했다.

표본조사에 따르면 하우스 비닐과 멀칭용 비닐 모두 100% 수거 가능하도록 묶어서 배출하고 있다고 응답한 농가가 전체의 약 95%를 차지하고 있다. 이러한 응답에 따르면 영농폐비닐은 적절한 방법으로 배출되고 있다고 판단할 수 있다. 그러나 현실은 발생량 대비 수거량이 현저하게 낮은 50%의 수거율에 머물러 있다. 이 표본조사 결과에 대해서는 농가가 실제 행동과 응답할 때의 도덕적 판단의 차이에 따른 한계가 있다. 그러나 이런 부분을 감안하고서라도, 농가의 배출 방법에 따른 배출량과 수거하는 환경 공단의 수거량의 차이는 상당하다. 따라서 현재의 수거량에 영향을 줄 수 있는 영농폐비닐의 특성, 수거·처리 체계 및 제

¹¹ 이는 환경공단이 실시하는 영농폐기물조사의 마이크로 데이터 표본조사를 참고하였음.

¹² 이 두 가구 중 한 가구는 배출하는 폐비닐하우스의 90%를 방치한다고 하였고 다른 한 집은 50%를 방치 한다고 밝힘.

도를 파악해보고자 한다.

영농폐기물은 폐기물 분류상 생활폐기물에 속하며, 폐기물 관리법 제4조(국가와 지방자치단체의 책무)에 따르면 생활폐기물의 수거·처리 의무는 오염자 부담원칙에 따라 지방자치단체장에 있다. 그러나 영농폐기물(영농폐비닐·폐농약용기)은 예외를 두고 있다. 폐기물관리법 제 14조(생활폐기물 처리 등) 및 시행령 제8조에 따르면 생활폐기물의 처리 대행자로 한국환경공단으로 지정하고, 환경공단의 역할을 농업활동으로 발생하는 폐플라스틱 필름·시트류를 재활용하거나 폐농약용기 등 폐농약 포장재를 재활용 또는 소각¹³ 한다고 명시했다.

한편 생활폐기물과 달리 영농폐비닐과 폐농약용기는 미수거시 2:3차적 오염이 심각해지기 때문에 전문적 처리가 요구된다. 또한 영농폐기물의 특성상 농번기가 시작·종료되는 시점에 일시적으로 배출량이 급증하며, 그 외의 시기에는 배출되는 빈도수나 양이 일정하지 않다는 특수성이 있기 때문에 생활폐기물과 달리 별도의 수거·처리 체계가 필요하다.

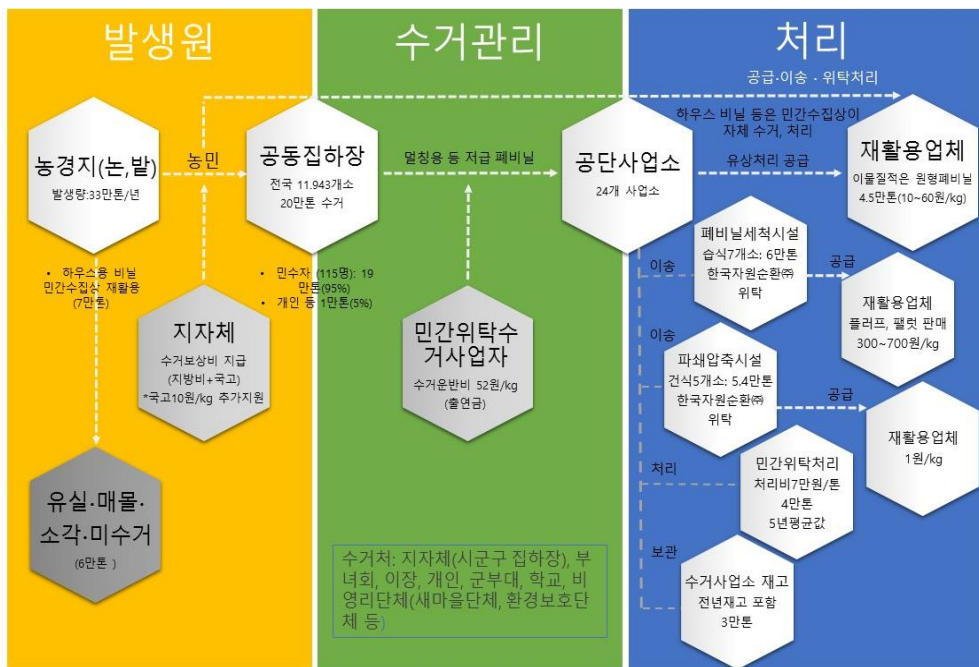
영농폐기물에 속하는 영농폐비닐 수거·처리 체계는 아래 <그림 2-9>와 같다. 농민이 경작지에서 발생한 폐비닐을 공동집하장 및 공터로 배출하게 되면 환경공단과 계약한 민간위탁수업자는 공동집하장에서 공단사업소까지 폐비닐을 운반하고, 공단사업소에서는 운반된 폐비닐을 등급별로 분류하고 수거량을 집계한다. 여기서 수거보상금 단가, 등급 및 양에 비례하여 계산된 전표가 발행이 되고, 환경공단이 전표를 지자체에 통보하면 지자체는 전표에 제시된 금액만큼 농민에게 수거보상금을 지불한다. 한편 공단사업소에 수집된 폐비닐은 재활용업체에 유상 공급되거나, 공단의 간이시설이나 처리시설에 처리된 뒤 민간 재활용업체에 공급되기도 한다.

따라서 수거량은 폐비닐을 모아둘 수 있는 공간인 공동집하장의 수, 민간위탁수업자의 수거 횟수, 등급별 수거보상금단가 등에 따라 결정될 수 있다. 영농폐비닐을 농민이 배출하여 민간수거위탁사업자까지 인계될 때까지 보관할 수 있는 장소로서 수거·처리과정에서 매우 중요한 역

¹³ 폐기물관리법 제14조, 폐기물관리법 시행령 제8조(생활폐기물의 처리대행자) 조문 참조.

할을 하는 것이 공동집하장이다. 먼저 농민들이 폐비닐을 소각·매립·방치를 하지 않고, 배출하도록 하계끔 유인 할 수 있는 첫 번째 장치이다. 앞서 일반생활폐기물과 영농폐기물의 다른 특성에 대해 언급 했던 것처럼 영농폐비닐은 주 몇 회 배출과 같이 정기적으로 배출하지 않는다. 따라서 영농폐비닐을 생활폐기물처럼 동일하게 수거 체계를 적용한다면 배출자와 수거자 그리고 정책적 관점에서 모두 비효율적인 결과를 발생한다. 따라서 배출자에게는 배출 장소를 제공함으로써 상시로 배출할 수 있게 시간과 공간의 제약을 완화하고, 수거자에게는 폐기물이 공동으로 수집되어 있으므로, 수거의 효율성을 높일 수 있는 역할이 하는 곳이 바로 공동집하장이다.

< 그림 2-9 > 영농폐비닐 수거·처리 흐름도



주: 괄호 안의 숫자는 2012~2015년 5개년 평균값.

자료출처: 한국환경공단 내부자료(2017) 그래픽 처리함.

공동집하장은 마을마다 공터를 이용해 비공식적으로 설치하거나 지

자체에서 공식적으로 지원받아 시설을 설치하는 경우가 있다. 아래 <표 2-3>은 2013년도 기준으로 작성된 공동집하장 설치현황이다. 최근 공동집하장 수를 알기 위해 전국 지자체에 정보공개를 요청한 결과, 주민 자치적으로 설치한 것을 제외하고 공식적으로 설치한 공동집하장의 개수는 1,590개(2015년기준)이다. 한국환경공단(2010)에 따르면 전국적으로 공동집하장 지정 및 적정 시설 설치가 요구되는 공동집하장 수는 10,087개(한국환경공단, 2010)이다. 현재 설치 수와 비교해보면 8,497개가 더 추가 지정되어야 함을 알 수 있다.

< 표 2 -3 > 지자체 영농폐비닐 공동집하장 설치현황(2013년 기준)

단위: 개수

총계(개수)	시설설치			시설 미설치		
	소계	펜스	컨테이너	소계	공터	기타
2015	2,206	1,731	475	9,737	6,290	3,447

자료출처: 한국환경공단 내부자료(2013), 마상진(2014)에서 재인용.

한편 수거부문에서 중요한 다른 한 분야는 민간위탁수거사업자이다. 2011년부터 환경공단의 직영 수거가 전면 중단됨에 따라 124개의 민간 위탁수거사업자가 지역단위로 선정되어, 전국 영농폐비닐 수거를 담당한다. 민간위탁수거사업자는 환경공단과 3년 단위로 계약하고, 한 사업자당 연 1,500톤을 계약하게 된다(목진휴, 2013). 연 1,500톤 규모는 발생량과 기존 수거 실적, 예산 등을 감안하여 관할구역 배정 등을 통하여 정한다¹⁴.

민간위탁수거사업자는 지역별로 정원이 지정되어있고, 이에 따라 배정되는데 결원이 생길 수 있다. 이러한 결원이 곧 지역의 수거 공백을 만들기 때문에, 신속한 민간위탁수거사업자의 교체 및 충원에 대한 의지가 수거의 지속성을 결정한다. 또한 민간위탁수거사업자와 환경공단의 계약 물량은 정해진 1500톤만 수거하면 계약이 성립되는 쿼터제로 운영된다. 따라서 민간위탁수거사업자는 본인 사업장에서 가까운 곳만 수거할 수 있는 도덕적해이가 발생할 수 있기 때문에 거리에 따른 수거 운반

¹⁴ 환경공단 영농폐비닐 수거 담당자 질의를 통해 답변을 얻음(2017.5).

비를 지급한다. 거리병산제가 얼마나 민간위탁수거사업자에게 큰 유인을 줄 수 있는지의 문제는 추후 연구가 더 진행되어야 하겠으나, 거리 병산제를 통해 본래 수거의 공공적 특성을 실현하고 있다는 것을 알 수 있다.

< 표 2-4 > 민간위탁수거사업자 수거 운반비 지급기준(2017년기준)

단위: 원/kg

구분	수거처				
	공단처리시설 소재지	처리시설 소재지 외의 지역			
거리		100km 미만	100~180km 미만	180~260km 미만	260km 이상
운반비	52 원/kg	52 원/kg	57 원/kg	68 원/kg	79 원/kg
도착지	사업소·공장·중간가공시설·민간재활용업체				
비고	왕복운행거리기준(부가세포함)				

자료출처: 목진휴(2013)표 양식에 환경부 정보공개청구 내용 정리.

또한 수거량을 결정하는 요인 중 배출자(농민)에게 경제적 유인이 될 수 있는 수거보상금 단가 역시 중요하다. 수거보상금 단가는 지방자치단체장이 결정하는 사안으로서, 각 지자체마다 등급에 따른 금액의 차이가 있다. 보상금 단가와 물량에 따라 영농폐비닐 보상금 예산 규모가 정해지기 때문에 영농폐비닐의 수거에 대한 지자체의 관심과 의지를 수거보상금 단가로 대신하여 생각해볼 수 있다. 또한 Kg당 A·B·C등급에 따라 각각 평균 20원씩 차이가 나기 때문에 농민으로 하여금 깨끗하고 질 좋은 A등급의 폐비닐을 배출하는 유인을 만들고 있다.

마지막으로 수거량을 결정함에 있어 중요한 역할을 하는 것이 환경공단의 역할이다. 환경공단은 영농폐비닐을 담당하는 공식기관으로서, 매년 목표량을 정하고, 발생량 및 예산 등을 감안하여 목표량을 정하고 수거량을 목표량에 최대한 맞추고자 노력한다. 그러나 아래 <표 2-5>의 목표량을 확인해보면 2010년부터 2014년도까지 수거 목표량은 19만7천톤으로 변동사항이 없다. 이는 예산 한계에 따라 결정된 목표량이겠지만, 결국 시간의 흐름에 따른 발생량의 변동사항이나 차이를 반영하지 못하고 있다. 일괄적인 목표량은 영농폐비닐의 능동적으로 대처할 수 없기 때문에 따라서 담당기관인 환경공단의 수거량에 대한 관심과 의지

가 더욱 요구된다. 또한 환경부 및 정부의 관심을 통해 영농폐비닐 수거에 대한 예산을 확충하는 것 역시 필요하다.

< 표 2-5 > 한국환경공단 수거 목표량 대비 수거량 비율

단위: 톤, %

구 분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	평균
목표량	197,000	197,000	197,000	197,000	197,000	192,000	196,167
수거량	176,849	181,609	178,130	189,306	188,279	186,965	183,523
%	89.8	92.2	90.4	96.1	95.6	97.4	93.6

자료출처: 한국환경공단 내부자료(2017)

2) 영농폐비닐 수거 현황

영농폐비닐의 수거량은 점차 증가하고 있는 추세이다. 최근 5년간 추이를 살펴보면 매년 수거되는 양은 약 19만 톤으로, 2007년 이후로는 작은 폭의 증감은 있으나 큰 변동은 없다¹⁵. 그러나 일부 연구와 통계청의 2004·2005년 수거량이 불일치 한다. 김윤희 외(2007)¹⁶의 수거량이 급격하게 증가하는 통계청 자료 보다 합리적인 수치로 보이거나 본 연구에서는 통계청 공식 데이터를 사용하고자 한다. 2015년에서 2016년에 약 2만톤 수거량이 증가하였는데, 이는 직접 환경공단에서 수거한 수거량이 증가 했다고 보다는 민간 업체에서 별도로 수거한 양의 일부 실적을 공단으로 이관 했기 때문이다¹⁷.

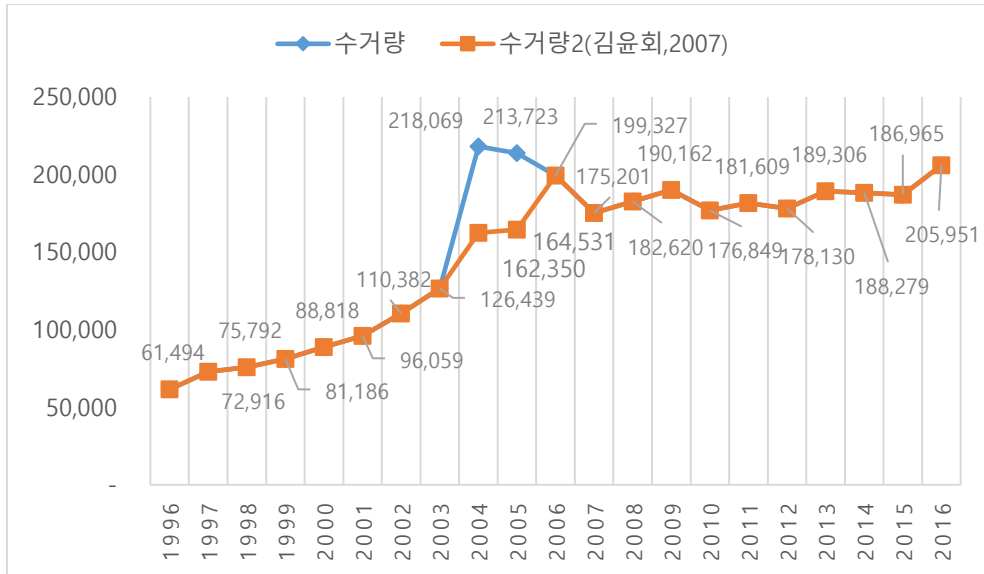
15 다만 2004년도에 급격하게 수거량이 증가한 이유에 대해서는 명확하게 밝혀지지 않고 있음.

16 김윤희 외(2007)자료의 수거량은 2004년 162,350톤, 2005년 164,531톤 인데 반해 통계청의 수거량은 2004년 218,069톤, 2005년 213,723톤임. 2002년 110,382, 2003년 126,439톤의 증가 변화 추이에 따르면 십만 톤 단위에서 점차 증가하는 김윤희 외(2007)의 수거량이 일년 사이에 급격하게 9만톤이 증가하는 통계적 수치보다 보다 설명력 있다고 판단됨.

17 한국환경공단 관계자 인터뷰를 통해 얻은 자료임.

< 그림 2-10 > 영농폐비닐 수거량 변화 추이

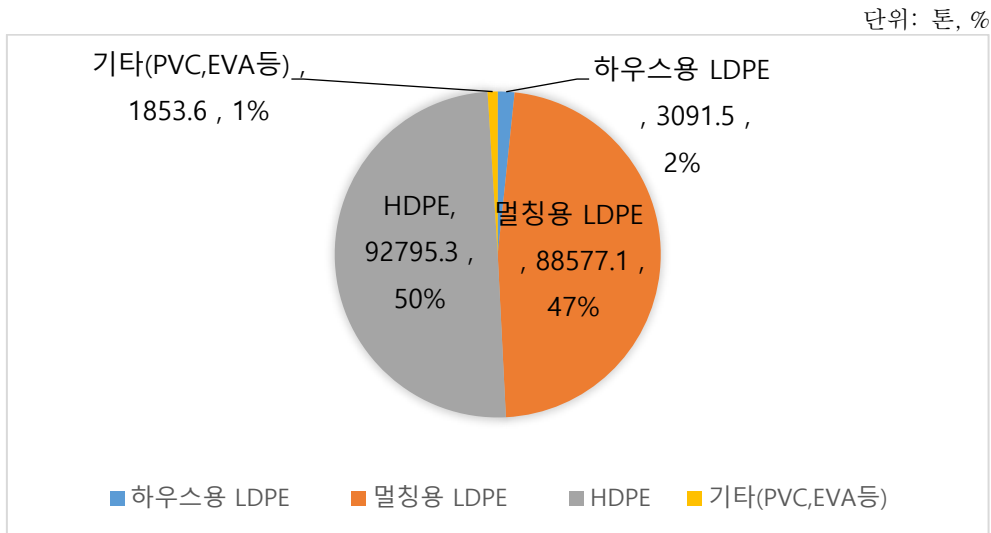
단위: 톤



자료출처: 국가통계포털 (KOSIS), 김윤희 외(2007)

최근 4년간 영농폐비닐의 종류별 평균 수거량을 살펴보면 HDPE와 멀칭용 LDPE가 전체 수거량의 97%를 차지한다. 종류별 평균 발생량 < 그림 2-5>와 비교하면 전체 발생량의 22%를 차지 했었던 하우스용 LDPE는 2%만 수거되었다. 하우스용 LDPE의 수거율이 미비한 이유는 재활용과 관련되어 있다. 하우스용 폐비닐은 멀칭용에 비해 오염도가 낮고 재활용하기에 품질이 우수해 상품성이 있다. 따라서 하우스용 폐비닐은 환경공단에서 수거하기 이전에 이미 민간 고물상 및 재활용업자에게 유·무상으로 판매되어 수거된다. 이렇게 민간에서 수거하고 처리되는 폐비닐은 환경공단의 수거량에 포함되지 않는다는 것이 영농폐비닐 관리에 있어서 큰 한계이다. 전체 영농폐비닐의 재활용율과 정밀한 처리 구조를 파악할 수 없기 때문이다. 따라서 환경공단이 수거한 영농폐비닐의 종류는 민간에서 처리 되지 못하고 시장적 가치가 떨어지는 멀칭용이 대부분을 차지할 수 밖에 없는 구조적 현상임을 알 수 있다.

< 그림 2-11 > 최근 4년간 영농폐비닐 종류별 평균 수거량
현황(2012~2015년)



자료출처: 국가통계포털(KOSIS).

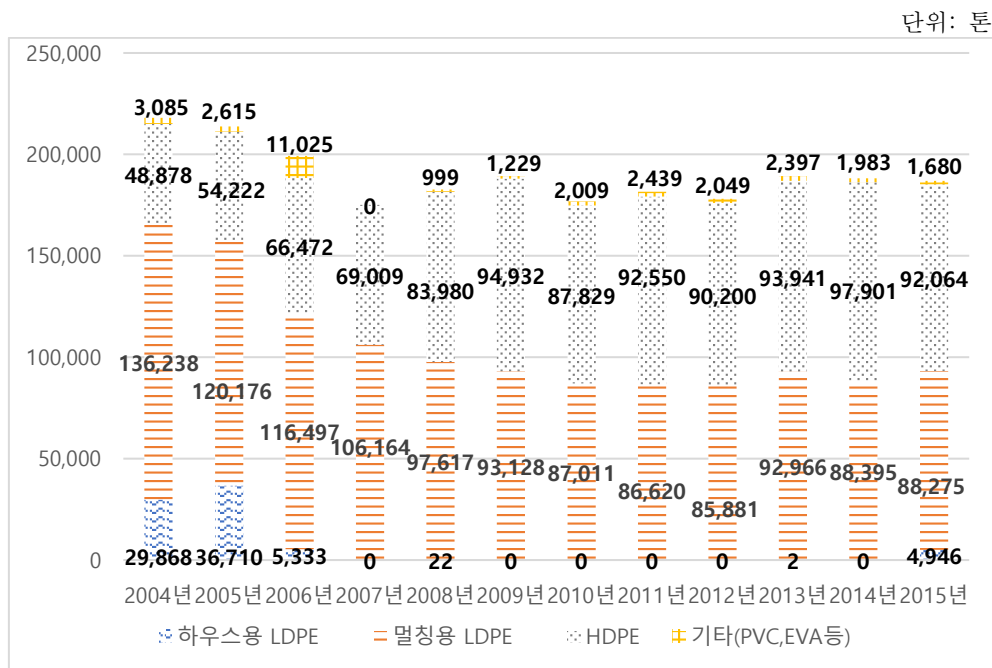
영농폐비닐 종류별 수거량의 변화 추이를 살펴보면 하우스용 LDPE 수거량은 2004~2006년, 2015년을 제외한 다른 기간 동안은 거의 전무하다. <그림 2-5> 영농폐비닐 종류별 발생량 변화추이에서는 멀칭용 LDPE와 HDPE의 양의 변동성이 있었으나, 수거량은 보다 변화의 폭이 적다는 것을 알 수 있다. 멀칭용 LDPE 수거량은 2004년 약 14만톤에서 2015년 9만톤으로 점차 감소하였으며, HDPE 수거량은 4만 8천톤에서 9만 2천톤으로 증가함을 알 수 있다. 전체 수거량이 2004년 약 22만톤에서 2015년 19만톤으로 감소한 것을 하우스용과 기타 비닐이 감소한 양으로 감안한다면, 약 5만톤의 수거량이 멀칭용 LDPE에서 HDPE으로 옮겨졌다고 할 수 있다. HDPE 발생량이 2004년과 2015년의 차이가 거의 없고, 멀칭용 LDPE이 약 3만톤이 증가했다는 사실과 비교해보면, 오히려 발생량이 증가되어 더 많이 수거 되어야 할 멀칭용 LDPE은 수거량이 줄어들고, 발생량의 증감이 별로 없는 HDPE의 수거량이 증가했다는 점은 좀 특이한 상황이라 볼 수 있다.

즉, 수거 되어야 할 멀칭용 LDPE가 수거되지 못하고 더 많은 양이

손실되었으며, HDPE는 발생량이 일정한 상태에서 수거량이 과거에 비해 많이 증가했다는 점에서, 수거량을 늘리기 위해서는 HDPE보다 멀칭용 LDPE에 보다 집중할 필요가 있다. 이러한 차이가 나는 이유는 두 종류 간의 특성에서 유추할 수 있다. HDPE는 반투명고체로서 밀도가 0.94이상이며 단단하다는 특징이 있는 반면, LDPE는 투명고체로서 밀도가 0.91~0.93이다(나근배, 2011). 따라서 수거 및 운반 시 HDPE는 LDPE보다 질기고 단단하기 때문에 손실율이 적을 수 있다. 이러한 결과로 HDPE 수거량이 증대되었음을 추측할 수 있다. 종류에 따라 수거량을 높이기 위하고자 한다면 이러한 종류에 따른 특징을 반영해야 한다.

한편 종류별 발생량 변화 추이와 수거량의 변화추이를 비교해보면, 발생량이 많은 종류의 비닐이 꼭 당해 연도의 수거량이 많지 않음을 알 수 있다. 즉 발생량과 수거량에 직접적인 영향을 미치고 있지 않음을 유추해볼 수 있다.

< 그림 2-12 > 영농폐비닐 종류별 수거량 변화추이



자료출처: 국가통계포털 (KOSIS).

3) 영농폐비닐 처리 현황

환경공단이 영농폐비닐을 수거한 후 처리하는 방식은 앞서 <그림 2-9>를 통해 살펴보았다. 처리방식은 크게 4가지로 구분되는데, 재활용업체로 바로 유상 공급을 하는 방법, 두 번째 방법은 한국자원순환(주)에 위탁하는 방법이다. 위탁은 폐비닐세척시설과 파쇄압축시설 두개로 나뉘어 진행되고 처리된 제품은 각각 재활용업체로 이동한다. 네 번째 방법은 민간위탁처리이다. 2007~2012년도 사이의 추이를 살펴보면 민간위탁처리 물량은 급격히 감소하고 있는 것으로 확인된다. 유상공급물량 역시 점차 줄어들고 있으며, 처리시설의 물량은 처리 유형중 가장 많은 부분을 차지하고 있으며 매년 약 10만~11만톤 사이를 처리하고 있다.

< 표 2-6 > 한국환경공단 연도별 영농폐비닐 처리현황

단위: 톤

구 분	처 리				재 고
	계	유상공급	처리시설	위탁처리	
2007	254,139	58,404	117,858	77,877	197,322
2008	260,820	54,825	107,464	98,531	119,122
2009	236,311	46,145	116,769	73,397	72,973
2010	208,378	37,900	96,945	73,533	41,444
2011	185,425	35,440	110,896	39,089	37,628
2012	180,950	33,700	117,300	29,950	34,808
2013	174,181	- ¹⁸	-	-	49,934
2014	193,060	150,848		65,110	45,153
2015	210,976	-	-	-	21,142
2016	199,254	-	-	-	27,838

자료출처: 목진휴(2013), 환경공단 내부자료(2017)취합.

그러나 <표 2-7> 재활용 처리시설 민간 위탁 운영현황에서 계획대비 실적 비율을 살펴보면 100%를 상회하고 있음을 알 수 있다. 이는

¹⁸ 자료 없음.

처리 되지 못하고 재고가 발생한다는 의미이다. 또한 <표 2-6>에서 최근 들어 재고량은 낮아지는 수준이기는 하나, 여전이 매년 2만여 톤이 쌓이는 상황이다. 수거를 해도 바로 처리 되지 않고 공단사업소에 적체되어 있는 상황이라면 단순히 영농폐비닐이 농촌에서 공단으로 공간적 이동의 개념만 있을 뿐 이로 인한 2·3차 오염과 피해는 여전할 것으로 예상된다.

< 표 2-7 > 한국환경공단 영농폐비닐 재활용처리시설 민간 위탁운영현황

단위: 톤, %

구분	계			처리공장(세척시설)			중간처리(파쇄압축)		
	계 획	실 적	비율	계 획	실 적	비율	계 획	실 적	비율
2010	114,000	95,165	83	33,000	24,848	75	81,000	70,317	87
2011	114,000	103,660	91	33,000	25,472	77	81,000	78,188	97
2012	115,700	115,807	100	30,700	30,703	100	85,000	85,104	100
2013	114,000	114,056	100	46,940	45,043	96	67,060	69,013	103
2014	114,000	114,314	100	44,800	44,814	100	69,200	69,500	100
2015	114,000	114,747	100	47,200	47,210	100	66,800	67,537	101
2016	114,000	114,211	100	58,400	58,559	100	55,600	55,652	100

자료출처: 한국환경공단 내부자료(2017)

따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 일차적으로 처리 시설의 규모를 확장하는 것이다. 그러나 예산 제약 때문에 규모확장의 한계가 있으며, 시설규모확장은 생분해성 영농비닐과같은 다른 대체재가 개발될 경우 시설 투자로 인한 예산낭비가 생길 위험이 있기 때문에 보다 신중한 검토가 필요하다. 따라서 영농폐기물 발생량과 수거량에 대한 보다 정확한 예측과 모니터링을 거쳐 처리 물량을 계산하고, 물량이 많을 경우에는 환경공단의 능동적인 대처와 함께, 민간위탁처리업체와 계약물량을 늘리는 방법으로 나아가야 한다. 한편, 최종적으로 지속 가능한 처리 방법이 되기 위해서 생분해성비닐과 같은 기존 비닐 대체 분야에 R&D 투자 하여 원천적으로 과부하 된 처리 물량을 해결하는 방안도 모색해야 한다.

제 3 장 분석자료와 분석모형

제 1 절 분석자료 및 기초통계

영농폐기물 수거율 결정요인을 분석하기 위해 전국 시·군 단위로 구성된 다양한 자료들을 이용하고자 하였다. 자료가 존재하지 않는 경우는 정보공개청구를 통해 수집하였다. 본 연구에서 주요 자료인 영농 폐기물 발생 및 수거와 관련한 자료는 한국환경공단의 ‘영농폐기물통계조사’자료이며, 그 외에는 통계청에서 제공하는 ‘농림어업총조사’, ‘농업면적조사’, ‘주민등록 인구통계’, ‘고령인구비율’, ‘지자체폐기물 처리 재정자립도’, 보건복지부에서 제공하는 ‘국민기초생활수급자’, 환경부에서 제공하는 ‘일반폐기물 재활용률’이며, ‘지자체별 영농폐비닐 수거보상금’과 ‘공동집하장 수’는 전국 지자체에 정보공개청구 후, 공개된 자료를 취합하여 작성하였다.

< 표 3-1 > 분석자료와 출처

자료	조사기관
영농폐기물통계조사(폐비닐·농약용기)	한국환경공단
농림어업총조사	통계청
농업면적조사	통계청
주민등록 인구통계	통계청
고령인구비율	통계청
청소예산자립도	통계청
국민기초생활보장수급자	보건복지부
일반폐기물 재활용률	환경부
지자체별 영농폐비닐 수거보상금	지자체 정보공개청구 후 취합
지자체별 영농폐비닐 공동집하장 설치수	지자체 정보공개청구 후 취합

본 연구의 종속변수는 영농폐비닐 수거율로 한국환경공단이 ‘영농폐기물 통계조사’에서 발표한 발생량과 수거량 자료를 이용하고자 한다. 발생량 대비 수거량이 많은 지역을 수거율이 높은 지역으로 설정한다.

독립변수는 경제적요인, 행정적요인, 개인적요인 등 세 분야로 분류하여 살펴보고자 한다. 경제적요인은 청소예산자립도, 지자체 수거보상금단가, 지자체 보상금 총액으로 구성된다. 청소예산자립도는 통계청에서 발표한 자료로 자치단체별로 매년 혼합쓰레기, 음식물쓰레기, 재활용품, 대형폐기물, 공사장생활폐기물, 사업장일반폐기물의 수집·운반·처리비용과 가로청소비용 등 청소행정에 소요된 제반 비용과 청소관련 총 수입액을 산출하여 산정¹⁹한다. 따라서 지자체의 쓰레기 수거·처리에 드는 모든 비용 대비 수입을 비교함으로써 지자체 쓰레기 업무 효율성을 파악할 수 있다. 영농폐기물 수거 및 처리는 환경공단에서 담당하지만, 수거 보상금 및 공동집하장 등 관련 예산은 지자체에서 부담하기 때문에 지자체의 영농폐비닐에 대한 관심에 따라 예산 차이를 도출 한다. 즉 지자체가 폐기물 관련 수입과 지출을 효율적으로 관리하여 청소예산재정 자립도가 높다면, 영농폐비닐에 수거 및 처리 역시, 지자체의 의지와 관심이 높을 것이라 판단해 이 변수를 설정하였다.

지자체 수거 보상금 단가, 지자체 보상금 총액은 영농폐비닐과 관련이 높은 예산이다. 전국 약 226개²⁰ 시·군·구는 각각 영농폐비닐 수거보상금 단가를 조례에 명시한다. 그러나 서울시를 비롯한 일부 시·구 등은 영농폐비닐 발생량이 전무하기 때문에, 수거보상금을 책정한 사례가 없다. 따라서 서울시·부산·대구·인천·광주·대전·울산·세종시 등 광역시는 하나로 통합하여 이용하고자 한다. 이외의 지역은 시·군 자료를 이용하여 전체 지역 개체 수는 총 163개로 정리하였다.

수거보상금 단가는 환경부의 권고안에 따라 지자체가 A·B·C 3등급제(또는 A·B 2등급제)를 적용한다. 변수 사용에 있어서는 A등급 단가를 기준으로 사용하고자 한다. 가장 우수한 등급을 수거하여 재활용률을 높이는 것이 수거·처리 시스템에서 바람직한 방향이라고 생각하기 때문이다. 또한 수거보상금 총액은 지자체가 해당년도마다 농민들에게 지급한 전체 금액을 사용하고자 한다. 수거 보상금은 국고²¹와 도에서 지원하는

¹⁹ 청소예산재정자립도=수입항목 계/ 지출항목 계, 통계청 홈페이지 통계설명자료 참조 (kosis.kr).

²⁰ 2016 행정자치통계연보 참고함.

²¹ 국고지원비는 10원/kg으로 전국 모든지역에 동일하게 적용됨.

도비 그리고 지자체에서 부담하는 시·군비로 구성된다. 본 연구에서는 지자체 간의 특성을 살펴보기 위하여 최대한 국고를 제외한 도비와 시·군비로 된 자료를 구성하려고 하였으나, 전국 226개 시·군·구 대상으로 정보공개청구를 요청하는 과정에서 원활한 의사소통 부족으로 일부 지역에서는 국비도 포함된 자료를 제공받아 사용하였다. 추후 더 정교한 연구를 위해서는 국비·도비·시비로 구분한 자료가 요구된다.

행정적 요인으로는 영농폐비닐 연간 수거횟수, A등급/등급비율, 공동집하장 수를 변수로 사용하고자 한다. 이재용 외(2011)에 따르면 수거횟수가 변경되었을 때 설문조사 대상자의 65%가 재활용품의 분리배출에 더 적극적으로 참여하겠다고 답했다. 물론 이 연구는 생활폐기물을 대상으로 조사했다는 점에서 본 연구와의 차이가 있지만, 영농폐비닐 역시 영농활동 후 경작지에서 분리·배출해야 한다는 점에서 유사하다고 할 수 있으며, 이는 수거횟수가 농민의 참여율을 독려 할 수 있다는 점을 시사한다. 따라서 영농폐비닐의 연간 수거횟수를 변수로 사용하고자 한다. 민간위탁수거사업자가 수거하고 환경공단 사업소에 제출할 때마다 물량을 환경공단 시스템에 보고하는 시스템이기 때문에 이 횟수를 수치화해서 사용하고자 한다. 동일 날짜 동일 시·군이라 하더라도 상세 지역이 다르면 수거 횟수를 개별적으로 적용하였다.

A등급비율은 영농폐비닐의 질을 평가하고자 함이다. 영농폐비닐 수 A와B등급의 합을 전체로 가정하고, 전체 대비 A등급이 얼마나 포함되어 있는지를 고려하고자 하였다. 따라서 A등급의 비율이 높을수록 영농폐비닐의 질이 우수하다고 가정한다. 일반적으로 수거 등급은 A·B·C 3등급으로 구성되어 있어 위의 비율 계산 중 전체를 $A+B+C$ 로 구성하는 게 바람직하나, 원자료의 등급에 따른 물량의 구분이 A, B로만 구성되어 있어 A와B 등급의 합을 전체로 보고자 한다.

행정적 요인의 마지막 변수인 공동집하장 수는 농민이나 마을 단위에서 자체적으로 설치한 시설이 아닌 시에서 공식적으로 예산을 투자하여 설치한 공동집하장 수로 제한하고자 한다. 왜냐하면 민간 및 농민이 자체적으로 설치한 공동집하장 수의 최신 데이터를 확보할 수 없었기 때문이다. 공동집하장 수는 농민의 배출 시간적·공간적 제약을 완화해주기 때문에 개수에 따라 많은 영향을 줄 것으로 기대한다. 이 자료는 전국

지자체 정보공개 청구를 통해 확보하였다.

마지막으로 개인적 요인은 고령인구비율, 기초생활수급자비율, 일반 폐기물 재활용률, 1인당 발경작지면적을 변수로 설정하고자 한다. Vining et al.(1990)은 재활용 참여하는 가구의 연령대와 소득수준이 비참여 가구에 비해 다소 높다고 했다. 또 다른 인구사회학적 특성(성별, 가구수, 직업, 교육 수준)에서는 재활용 가구와 비재활용가구의 차이가 없음을 실증 분석하였다. 따라서 본 연구에서는 지자체의 연령 특성을 반영할 수 있는 고령인구비율과 소득수준을 대리할 수 있는 기초생활수급자비율을 사용하고자 한다. 고령인구비율은 통계청에서 발표한 자료를 사용하였다. 일부 자료가 존재하지 않는 지역은 지자체 인구통계를 참고하여 통계청이 정의한 ‘고령인구비율²²’에 따라 변수를 작성하였다. 기초생활수급자비율은 지자체 전체 인구수 대비 국민기초생활수급자수 비율을 계산하여 사용하고자 한다.

일반폐기물재활용률은 통계청에서 발표한 자료로, 생활폐기물 총 발생량 대비 총재활용량의 비율로 계산되었다. 이 변수를 사용하고자 하는 이유는 지자체의 일반폐기물에 대한 재활용률이 높다면 그만큼 재활용에 대한 참여도와 행정처리 체계가 잘 구축 되어 있다고 유추 할 수 있으며, 이는 영농폐비닐에도 동일하게 적용 될 수 있다고 생각한다. 한편 1인당 발경작지면적은 지역별로 개개 농가의 경작 규모를 반영하기위한 변수이다. 경작 규모가 클수록 규모의 경제화가 생길 수 있으며, 이는 또한 영농폐기물 수거에서도 경작 규모가 커질수록 시간투자대비 효율적인 수거가 가능할 것으로 예상하여 변수로 선정하였다.

²² 고령인구비율=(65세이상 인구/전체 인구)*100.

< 표 3-2 > 패널데이터에 투입된 변수의 기초 통계량

변수명	단위	구분	평균	표준편차	최소값	최대값	표본수	
종속 변수	수거율	%	전체	45.6%	0.343499	0.0%	100% ²³	652
		그룹간		0.005696	44.9%	46.2%	4	
		그룹내		0.343464	-0.7%	100.7%	163	
경제적 요인	청소예산자립 도	%	전체	21.7%	0.100345	0.0%	59.0%	652
		그룹간		0.005981	21.2%	22.5%	4	
		그룹내		0.100211	-0.9%	59.1%	163	
	지자체 수거보상금 단가	원/ kg	전체	97.26917	50.76204	0	376	652
		그룹간		5.712487	89.68834	102.2178	4	
		그룹내		50.52002	-4.94862	383.5808	163	
	지자체 수거보상금 총액	원	전체	9.20E+ 07	1.22E+ 08	0	7.93E+ 08	652
		그룹간		9,902,578	7.99E+ 07	1.02E+ 08	4	
		그룹내		1.22E+ 08	-9624428	7.84E+ 08	163	
행정적 요인	영농폐비닐 연간 수거횟수	회	전체	164.8543	179.3184	0	995	652
		그룹간		15.57908	142.7791	177	4	
		그룹내		178.8093	-12.1457	985.3451	163	
	A 등급비율	%	전체	23.8%	0.284762	0.0%	100.0%	652
		그룹간		0.019155	21.7%	25.6%	4	
		그룹내		0.284278	-1.8%	102.1%	163	
	공동집하장 수	개수	전체	8.035276	21.25242	0	220	652
		그룹간		2.116107	5.153374	10.09816	4	
		그룹내		21.17314	-2.06288	219.0721	163	
개인적 요인	고령인구비율	%	전체	19.4%	0.080282	0.0%	36.6%	652
		그룹간		0.005749	18.7%	20.0%	4	
		그룹내		0.080128	-0.7%	35.9%	163	
	기초생활수급 자 비율	%	전체	3.6%	0.014783	0.5%	9.1%	650
		그룹간		0.002608	3.3%	3.9%	4	
		그룹내		0.01461	0.4%	9.0%	162.5	
	일반폐기물 재활용률	%	전체	48.7%	0.164774	0.0%	100.0%	652
		그룹간		0.003894	48.4%	49.3%	4	
		그룹내		0.164739	-0.6%	100.3%	163	
1 인당 발경작지면적 비율	ha	전체	0.283389	0.17931	0	1.249741	652	
	그룹간		0.015897	0.270386	0.304929	4		
	그룹내		0.178779	-0.02154	1.228201	163		

²³ 수거율이 일부 지역에서 100%를 상회하는 값이 도출되었으나 100%로 처리하였음.

제 2 절 분석모형

본 연구에서 사용하고자 하는 자료는 전국 시·군 163개 횡단면 자료가 2012년~2015년에 걸쳐 시계열로 관측된 패널 자료이다. 패널자료는 시간에 걸친 개인, 기업, 주, 국가 내에 필연적으로 존재하는 이질성을 허용한다. 또한 횡단면 관찰치들의 시계열을 결합함으로써 패널자료는 변수들 간, 보다 다양하고 덜 공선적이며, 자유도가 더 많기 때문에 효율적으로 사용할 수 있다. 관찰치들의 반복되는 횡단면을 연구함으로써 패널 자료는 변동의 형태를 연구하는 데 더 적합하다는 장점이 있다(Gujarati et al., 2009). 즉 패널자료는 횡단면 자료를 구성하는 개체간의 이질성과 함께, 횡단면 자료에서 관측할 수 없는 동적효과를 동시에 설명할 수 있다(Greene, 2012). 본 연구에서는 163개 지역간의 차이와 함께 4개년도의 시간 변동의 특성을 최대한 반영하여, 패널자료 회귀모형을 사용하고자 한다.

패널 선형 회귀모형의 기본모형은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} y_{it} &= x'_{it}\beta + z'_i\alpha + \varepsilon_{it} \\ &= x'_{it}\beta + c_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (\text{식 1})$$

$$i = 1, 2, \dots, k(\text{독립변수 개수}), t = 1, 2, 3, \dots, T$$

y_{it} 는 종속변수로서 본 연구에서는 수거율을 의미한다. x_{it} 는 상수항을 포함하지 않는 K개의 독립변수를 설명하며, 본 연구에서는 총 경제적 요인 3개, 행정적 요인 3개, 개인적 요인 4개로 총 10개의 독립변수를 사용한다. 이질성, 즉 개체간 특성은 $z'_i\alpha$ 로 표현되는데, z_i 는 상수항과 개체 또는 그룹간의 특성 변수를 포함한다. z_i 가 모든 개체에서 관측된다면 이 모델은 고전적 회귀모델 OLS를 적용할 수 있으나, c_i 가 관측되지 않을 경우 모형을 수정해야 한다(Greene, 2012).

만약 개체간의 특성(z_i)이 관측 불가능하나 x_{it} 와 상관관계가 있다면, 최소 자승법의 추정량 β 는 편의 되고 불일치하게 된다. 따라서 모든 관측 가능한 개체 효과를 포함하며 추정가능한 조건부 평균값으로 모형을

구체화 한다($\alpha_i = z_i' \alpha$).

$$y_{it} = x_{it}' \beta + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (\text{식 2})$$

이렇게 수정된 모형은 두 가지로 나뉘는데 α_i 그룹특정상수항으로 고정하는 것이 고정효과모형을 말한다. 또다른 모델인 확률효과모형은 아래(식 3)와 같다. 확률효과모형은 ε_{it} 와 유사하게 그룹 특정 확률적 요소를 u_i 로 가정한다. 고정효과와 확률효과와의 가장 큰 차이는 이러한 효과들이 확률적이냐 아니냐의 차이가 아니라, 비관측된 개체 효과들이 독립변수들과의 상관관계를 포함하는지 여부의 차이이다(Greene, 2012).

$$\begin{aligned} y_{it} &= x_{it}' \beta + E[z_i' \alpha] + \{z_i' \alpha - E[z_i' \alpha]\} + \varepsilon_{it} \\ &= x_{it}' \beta + \alpha + u_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (\text{식 3})$$

두 가지 모형 중 어느 모형이 보다 적합한 가를 검정하는 하우스만 검정이다. 하우스만 검정방법은 두 가지 모형 중 추정량이 더 효율적인 모형이 어느 것인지를 검정한다. 하우스만 검정에서 귀무가설은 확률효과 모형이 효율적이라고 간주한다. 귀무가설이 기각 되면 고정효과 모델에 의해 추정된 계수는 효율성을 갖게 되며 일치 추정량이다. 반면 확률효과 모델에 의해 추정된 계수는 일치 추정량이 되지 못한다(이희연, 2013).

본 연구에서도 여러 검정을 통해 패널 모형의 적합성과 패널자료가 준수해야 하는 가정들을 검토했다. 먼저 패널자료에서는 오차항이 준수해야 하는 등분산성 가정과 시계열의 독립성 여부를 검정하였다. 집단간 이분산성에 대한 Wald검정을 실시하였고, 모든 개체의 분산은 동일하다는 귀무가설²⁴을 $p=0.3037$ 의 값으로 채택한다. 따라서 본 패널자료는 ‘개체간의 분산이 동일하다’라고 말할 수 있다. 패널자료의 자기상관성 진단은 Wooldridge 검정을 통해 알아 볼 수 있는데, $p=0.0044$ 값으로

²⁴ 이 경우의 귀무가설은 ‘모든 개체의 분산은 동일하다’이다.

귀무가설²⁵을 기각하고 1계 자기상관성을 갖고 있음을 나타낸다.

한편 패널 모형의 적합성을 살펴보기 위해 하우스만 검정을 실시하였다. 검정 결과는 $p=0.0723$ 으로 귀무가설을 기각하지 못하여 고정효과 보다는 확률효과모형이 본 연구에 더 적합하다는 판단을 내릴 수 있다. 따라서 본 연구는 자기 상관성을 보정하는 확률효과 모형을 사용하여 보다 효율적이고 일치 추정된 계수의 값을 구하고자 한다.

²⁵ 이 경우의 귀무가설은 '1계(AR1)에 자기상관성이 없다'이다.

제 4 장 분석결과

제 1 절 요인별 분석결과

<표 4-1>은 영농폐비닐 수거율 결정요인을 추정한 결과이다. 경제·행정·개인적요인별로 각각 두 개 변수씩 유의한 결과를 도출하였다. 지자체 수거보상금 단가가 높을수록, 지자체 수거보상금 총액이 클수록, 연간 수거 횟수가 많을수록, A등급비율이 낮을수록, 고령인구비율이 높을수록, 기초생활수급자 비율이 높을수록 영농폐비닐 수거율에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 추정되었다.

먼저 경제적 요인 변수를 살펴보면, 지자체 수거 보상금 단가와 지자체 수거보상금 총액이 수거율에 양(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 먼저 수거보상금 단가를 10원을 올릴 경우 수거율의 비율이 1% 증가 할 것으로 예상된다. 지자체 수거 보상금 총액 역시 수거율에 양(+)의 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

즉 경제적 유인이 수거율에 긍정적인 영향을 미치고 있으며, 특히 총액 보다는 보상금 단가가 수거율에 더 많은 영향을 끼치는 것을 알 수 있다. 보상금 단가는 2015년 기준 최고 kg당 400원(부산 강서구, A등급)에서 최저 10원까지 지역에 따라 큰 차이가 있다. 보상금 단가가 지자체의 조례에 따라 정해진다는 점에서, 지자체의 예산과 자치단체장의 의지에 따라 수거율의 차이를 만든다고 유추할 수 있다.

행정적 요인에서는 영농폐비닐 연간 수거횟수가 높아질수록, A등급 비율이 낮을수록 수거율에 양(+)의 영향을 미친다. 두 변수 모두 99%의 유의 수준에서 통계적으로 유의한 값을 가진다. 수거횟수가 연간 10회 늘어갈 경우 1% 수거율의 증가를 보인다. 영농폐비닐은 비정기적으로 발생하며, 공간적으로 산재한 특성 때문에 공동집하장의 역할이 중요하다고 앞서 언급하였다. 시간·공간적 제약을 완화시켜 줄 수 있기 때문이다. 그러나 예상했던 결과와 달리 공동집하장 수는 의미 있는 결과도 도출되지 않았고, 오히려 수거횟수 변수가 유의한 결과로 도출되어, 영농폐비닐도 일반폐기물처럼 수거횟수가 늘어날수록 수거율이 높아진다는

일반적 특성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

특히나 수거횟수는 연간 0회에서 995회 걸쳐 지역에 따라 분포가 크다. 2015년 기준으로 전남 해남군(995회), 무안군(736회), 강원도 평창군(661회)순으로 많다. 수거횟수가 높은 지역의 특성을 살펴보면, 전국 지자체 중 해남군의 영농폐비닐 수거량이 가장 많고, 평창(5번째), 무안(7번째)로 많았다. 따라서 수거횟수와 수거량의 상관관계가 있음을 유추할 수 있다. 수거횟수와 발생량의 관계성을 살펴보기 위해 발생량이 높은 지자체를 살펴보았다. 충청남도 논산(8,469톤), 경상북도 성주군(8,461톤), 경상남도 밀양(6,547톤) 등이 가장 높았다. 수거횟수 높은 지역과 수거량이 높은 지역이 겹쳤었던 것에 비해, 높은 수거횟수로 기록된 지역과 발생량이 높은 지역과의 중복된 사례는 찾기 어려웠다.

A등급이 높아질수록 오히려 수거율을 낮추는 결과를 얻었다. 이는 등급에 따른 물량의 차이가 크기 때문에 이러한 결과가 도출된 것으로 파악해 볼 수 있다. 2015년도 기준 전국 A등급으로 분류된 물량은 약 2천8백만톤이며, B등급으로 분류된 물량은 1억 1천톤에 해당한다. 지역 사례 중, A등급은 물량이 전혀 없고, B·C등급으로만 구성되는 지역도 있었다. 또한 환경공단에서 수거되는 영농폐비닐은 1차적으로 민간 사업자가 유·무상으로 수거해 가지 않는, 즉 1차 시장으로부터 배제된 상품이 주를 이루고 있다. 낮은 등급이 75% 이상을 차지하고 있는 태생적인 구성비율 때문에 A등급이 높아질수록 오히려 수거율을 낮추는 결과가 도출된 것이라 판단한다.

개인적 요인에선 고령인구비율이 높을수록, 기초생활수급자비율이 높을수록 수거율에 긍정적인 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 고령인구비율이 1% 높아질수록 수거율은 0.65% 증가함을 알 수 있다. 이는 앞서 살펴보았던 Vining et al.(1990)은 재활용 참여하는 가구의 연령대가 비참여 가구에 비해 다소 높다는 연구와 유사한 결과를 도출했음을 알 수 있다.

반면 Vining et al.(1990) 연구에서 재활용 참여 가구의 소득수준이 비참여 가구에 비해 다소 높다고 언급하였으나, 본 연구에서는 반대의 결과를 나타냈다. 국민기초생활수급자비율이 농민의 소득수준을 완벽하게 대표할 수 없겠지만, 국민기초생활수급자 인정 자격요건 중 하나가

소득 인정액 자격요건이기 때문에 소득수준의 대리 변수로 사용하고자 한다. 따라서 기초생활 수급자가 1% 증가할 경우, 수거율 약 3%가 올라가는 계량적 의미를 얻을 수 있다. 재활용과 소득에 관한 연구 중 인구사회학적 요인이 재활용가능자원 분리배출 행태에 미치는 영향에 대한 연구가 상당수이다. 그러나 소득수준이 재활용에 주는 영향에 대한 결과는 연구마다 상이하다. 따라서 본 연구의 결과를 직관적으로 해석하자면, 소득수준이 낮을수록, 경제적 유인에 더 탄력적으로 반응하기 때문에 수거보상금을 받을 수 있는 영농폐기물 수거에 보다 적극적으로 참여할 수 있음을 보여주는 것이다.

< 표 4-1 > 영농폐비닐 수거율 결정요인 추정 결과

변수명		계수	표준오차	z 값	P-value
경제적요인	청소예산자립도	0.080	0.113	0.710	0.475
	지자체 수거보상금 단가	0.001***	0.000	3.750	0.000
	지자체 수거보상금 총액	0.000***	0.000	4.570	0.000
행정적 요인	영농폐비닐 연간 수거횟수	0.001***	0.000	10.950	0.000
	A 등급비율	-0.114***	0.033	-3.460	0.001
	공동집하장 수	0.000	0.000	0.980	0.326
개인적요소	고령인구비율	0.642***	0.196	3.270	0.001
	기초생활수급자 비율	2.734***	0.977	2.800	0.005
	일반폐기물 재활용률	-0.072	0.060	-1.210	0.225
	1 인당 발경작지면적비율	-0.080	0.061	-1.320	0.187
상수항		0.035	0.060	0.580	0.559
Hausman Test(chi2)		6.99			
R-squared	Within	0.5756			
	Between	0.0224			
	overall	0.5712			
Rho_ar		0.1267			
N		650			
Group variable		Year			

주: ***p<0.001, **p<0.05, *p<0.01

< 표 4-2 > 모형에 따른 영농폐비닐 수거율 결정요인 추정 결과

		고정효과모형		확률효과모형		확률효과+GLS		확률효과+MLE		확률효과+자기상관		FGLS	
		추정계수	표준오차	추정계수	표준오차	추정계수	표준오차	추정계수	표준오차	추정계수	표준오차	추정계수	표준오차
경제적 요인	청소예산 자립도	0.087	0.114	0.058	0.114	0.058	0.114	0.070	0.113	0.080	0.113	0.058	0.113
	자체수거 보상금	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000
	지자체수거 보상금총액	0.000***	0.000	0.000***	0.000	0.000***	0.000	0.000***	0.000	0.000***	0.000	0.000***	0.000
행정적 요인	영농폐비닐 연간 수거횟수	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.001***	0.000
	A 등급비율	-0.139***	0.033	-0.134***	0.033	-0.134***	0.033	-0.136***	0.032	-0.114***	0.033	-0.134***	0.032
	공동집하장 수	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
개인적 요인	고령인구비율	0.652***	0.199	0.614***	0.197	0.614***	0.197	0.630***	0.197	0.642***	0.196	0.614***	0.195
	기초생활수급 자 비율	3.166***	0.961	3.203***	0.936	3.203***	0.936	3.186***	0.938	2.734***	0.977	3.203***	0.928
	일반폐기물 재활용률	-0.089	0.061	-0.090	0.061	-0.090	0.061	-0.090	0.060	-0.072	0.060	-0.090	0.060
	1인당 발경작지 면적비율	-0.060	0.061	-0.069	0.061	-0.069	0.061	-0.065	0.060	-0.080	0.061	-0.069	0.060
상수항		0.020	0.061	0.038	0.060	0.038	0.060	0.030	0.061	0.035	0.060	0.038	0.060
기타	/sigma_u							0.015	0.013				
	/sigma_e							0.224***	0.006				

주: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

제 2 절 지역별 분석

본 연구의 목적 중 하나가 지역 특성이 수거율과 어떻게 영향을 미치는가에 대해 검토해보는 것이다. 수거율과 지역 특성을 살펴보기전에, 수거량과 지역특성의 관계에 대해 먼저 검토해 보고자 한다. 전국 지자체별 2015 수거량 순위를 보면, 전라남도 해남군이 약 8백 4십만 톤으로 가장 수거량이 많았고, 이어 경상북도 안동시·봉화군이 각 약 6백 9십만톤, 6백 1십만톤에 해당한다. 발경작지가 넓을수록 발생량이 많아지고 수거량 역시 이에 비례할 것이라 판단하여, 전국 시·군 발경작지 면적지를 함께 살펴보고자 한다. 전국 시·군의 발경작 면적의 평균 값은 4,610ha로 발경작지면적이 가장 넓은 곳은 제주시로 31,422ha 이다.

< 표 4-3 > 2015년 영농폐비닐 수거량 전국 상위 10개 시·군

단위: 톤, ha

수거량 순위	지역	2015 년도 수거량 10 순위	2015 년도 발경작지면적전국순위
1	전라남도해남군	8,359,553	4 (12,627 ha)
2	경상북도안동시	6,860,540	3 (13,698 ha)
3	경상북도봉화군	6,119,270	15 (8,829 ha)
4	충청남도논산시	5,509,435	32 (7,250 ha)
5	강원도평창군	5,447,540	12 (8,985 ha)
6	전라북도고창군	5,224,140	6 (10,517 ha)
7	전라남도무안군	4,439,710	8 (10,330 ha)
8	충청북도괴산군	3,631,250	24 (7,774 ha)
9	전라남도영암군	3,491,900	45 (6,192 ha)
10	경상남도진주시	3,295,580	38 (6,720 ha)

자료출처: 환경공단 정보공개청구, 통계청(KOSIS).

수거량이 가장 높은 전라남도 해남군은 발경작지 면적이 전국에서 4위에 해당하며, 경상북도 안동시는 3위에 해당한다. 해남군과 안동시의 결과만 보면, 단순히 발경작지가 넓어질수록 수거량도 많아진다는 의미를 도출 할 수 있다. 그러나 수거량 4위의 충청남도 논산시는 발경작지면적이 전국 32위에 해당하고, 전라남도 영암군과 경상남도 진주시는 발경작지면적이 각각 45위, 38위에 해당하기 때문에, 발경작지면적이 수

거량에 미치는 영향은 핵심적이지 않다는 것을 알 수 있다. 따라서 수거량을 비롯해 수거율을 결정하는 지역적 특성은 단순히 발경작지면적과의 관계로 도출 하는 것에는 한계가 있기 때문에 다른 지역적 특성을 찾아 보고자 한다.

통계청은 농업면적조사 중 13개²⁶ 품목에 대해 주산지 시군 재배면적을 조사하였다. 이 자료를 바탕으로 주산지 재배면적과 수거량과의 연관성을 분석해보고자 한다. 13개 품목 중 영농폐비닐을 사용하지 않는 과일 및 곡물 품목들을 제외하고 마늘, 양파, 고추, 참깨, 고랭지감자, 가을무, 가을배추 품목을 중심으로 살펴보고자 한다. 주산지 재배면적 상위 지역과 영농폐비닐 수거량 상위 10개 시·군에 중복 해당하는 지역을 중심으로 보고자 한다.

먼저 마늘 주산지시군은 18개로 구성되어있으며, 영농폐비닐 수거량 1위를 한 전라남도 해남이 1,056ha로 마늘 주산지 면적 전국 5위에 해당하였고, 영농폐비닐 수거량이 7위로 약 4백만톤에 해당하는 전라남도 무안군은 마늘 주산지 13위로 460ha의 마늘을 경작하였다. 양파 주산지시군은 15개로 구성되어 있으며, 전라남도 무안군이 전국에서 가장 많이 양파를 재배하고 있다(3,335ha). 수거량 1위에 해당하는 전라남도 해남군은 양파 주산지시군 면적 8위로 571ha의 면적에서 재배하고 있다. 참깨 주산지시군은 전국에 11개 시군이 주산지로 지정되었고, 이중 전라남도 무안(981ha)과 해남(755ha)은 재배면적 각각 2,3위를 차지하였다. 고랭지감자는 전국에 7개 시·군이 주산지로 구성되어 있으며, 강원도 평창이 1,668ha 규모로 전국에서 고랭지 감자를 가장 많이 생산하는 지역이다. 강원도 평창군은 영농폐비닐 전국 수거량 5위에 해당한다. 가을무는 주산지시군이 전국 6개 지역으로, 전라북도 고창(497ha)이 전국 2위, 전라남도 영암군이 전국 3위의 규모이다. 전라북도 고창군은 영농폐비닐 수거량이 2015년도 기준 6위 이며, 전라남도 영암군은 9위에 해당한다. 가을배추 주산지시군은 7개로 전라북도 고창군이 543gha 규모로 가장 많이 재배하고 있는 지역이며, 영농폐비닐 수거량

²⁶ 마늘, 양파, 겉보리, 쌀보리, 맥주보리, 봄감자, 사과, 배, 고추, 고랭지감자, 참깨, 가을배추, 가을무로 총 13개품목에 대한 시군 재배면적이 있음.

9위에 해당하는 전라남도 영암군은 4위 규모(156ha)로 가을배추를 재배하고 있다.

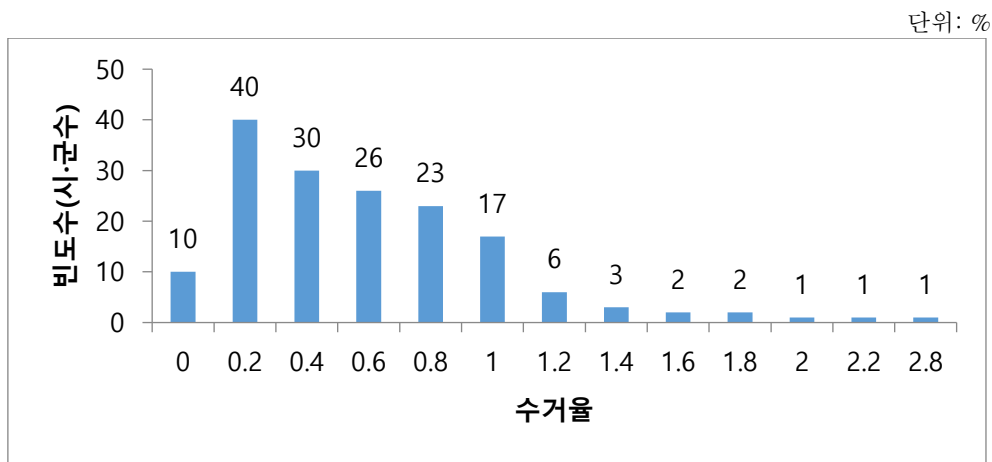
마지막으로 주산지시군의 재배면적을 살펴볼 작물은 고추이다. 고추 주산지시군은 전국 42개 시·군으로 지정되어 있으며, 주산지 지정 작물 중 가장 많은 시·군을 포함하고 있다. 고추 품목의 주산지시군 지역은 전국 영농폐비닐 수거량 전국 10순위에 있는 지역들을 대부분 포함하고 있으며, 이 지역들은 재배면적 또한 상위에 속한다. 지역별로 살펴보면 영농폐비닐 수거량 2위에 해당하는 경상북도 안동시는 1,456ha 규모로 전국에서 고추를 가장 많이 재배하고 있으며, 수거량 3위인 경상북도 봉화군은 고추 재배면적 3위(960ha), 경상북도 고창군은 806ha를 재배하고 있으며, 전국 규모로는 5위에 해당한다. 또한 영농폐비닐 수거량 1위인 전라남도 해남군은 전국에서 6위 규모(782ha) 고추를 경작하고 있으며, 충청북도 괴산군은 영농폐비닐 수거량은 8위, 고추 재배는 11위로 527ha에 해당하고 있다. 영농폐비닐 수거량 7위에 해당하는 전라남도 무안군은 고추 주산지 재배면적으로 25위 해당하며 299ha 규모이다.

주산지시군 재배면적과 수거량의 관계를 살펴보면, 어떤 작물이든지 주산지 일수록, 특히 주산지 규모 중 큰 재배면적 일수록 영농폐비닐 수거량 상위 10개 지역에 많이 포함된다는 것을 알 수 있다. 따라서 영농폐비닐 수거량은 한 작물이 규모화가 되고 주산지 일수록 더 많이 수거될 가능성이 높다고 판단 할 수 있다. 한편 작물 중에서는 전국에서 주산지 지역이 가장 많은 고추 품목이 영농폐비닐의 수거량과 가장 높은 관련성이 있는 것으로 파악되었다. 영농폐비닐 수거량 전국 상위 10개 시·군 중 6개가 고추 주산지 지역으로 선정되어 있으며, 이 중 4개 지역은 고추 주산지시군 전국 6위 안에 포함되는 규모이다. 따라서 고추 재배면적이 넓을 수록 영농폐비닐 발생량이 많은 지역일 가능성이 높다.

전국 영농폐비닐 수거율은 20~40% 사이에 분포하는 시·군이 40곳으로 가장 많았고, 수거율이 60% 미만인 곳이 전국의 50%를 차지 하였다. 수거율은 근본적으로 100%를 상회할 수 없으나, 현재 지역 데이터들을 살펴보면 수거율 100% 이상인 곳이 전국의 20%를 차지하고 있다. 이는 영농폐비닐 발생량 대비 수거량을 계산 한 값의 결과로, 발생량 대비 수거량이 현저하게 많을 경우 수거율이 100% 이상의 수치가

나타나게 된다. 수거량이 실제 발생량보다 많게 되는 근본적인 원인은 폐비닐에 있다. 발생량은 순수 비닐에 대한 양을 추정할 값이지만, 이미 사용되고 환경공단에 수거된 폐비닐은 흙·먼지·이물질 등이 포함되어 있어 실제 폐비닐의 양보다 더 많은 양이 계측 될 수 밖에 없다. 환경공단 관계자에 따르면 수거된 폐비닐을 분리 및 세척 후 재활용하기 위해 확보된 순비닐의 함량은 처음 수거된 양의 20%정도 밖에 되지 않는다고 한다. 따라서 계측된 영농폐비닐의 수거량은 순 수거량에 비해 과장된 수치이며, 이러한 수거량으로 계산된 수거율 역시 현실보다 높게 측정되어 실제 수거율은 지금 조사한 수치보다 더 낮아질 것으로 예상된다. 따라서 영농폐기물의 수거율 제고를 위한 노력은 조사된 수치에 만족해서는 안되며, 실수거율이 더 높아질 수 있도록 더 많은 관심을 가져야 한다.

< 그림 4-1 > 2015년도 전국 시·군 영농폐비닐 수거율 분포 현황



자료출처: 국가통계포털(KOSIS), 한국환경공단 정보공개청구 자료 취합하여 계산.

전국에서 영농폐비닐 수거율이 가장 높은 지역은 경상북도 봉화군으로 수거율이 271%에 해당한다. 이러한 상황은 앞서 살펴본 폐비닐 수거량의 과잉 측정 문제 외에도, 다른 가능성이 제기 될 수 있다. 영농폐비닐의 해당년도 발생뿐만 아니라, 과거에 수거되지 못한 재고 부분도 함께 수거되었거나, 주변지역에서 이동되었을 가능성이 있다. 간혹 수거

보상금 단가가 높은 인근 지역으로 영농폐비닐을 배출하는 사례가 문제가 되기도 한다. 봉화군의 보상금과 주변 지역의 보상금 단가를 살펴보면, 봉화군 보상금 단가는 kg 당 110원으로 전국 평균 값(100.86원)과는 큰 차이가 없었으며, 봉화군을 주변지역인 울진군 180원, 영주시는 120원(이하 kg당), 안동시 120원, 영양군 100원으로 오히려 봉화군보다 단가 금액이 높은 지역이 많기 때문에, 다른지역에서 봉화군으로 특별히 이동하여 배출할 유인은 낮은 것으로 확인된다.

또 다른 가능성으로서의 재고량은 한국환경공단에서 전국 단위의 재고량을 추정한 자료는 있으나, 시·군 단위로서의 재고량의 자료는 없기 때문에 재고량에 따른 수거율의 차이를 확인할 수 없는 한계가 있다.

< 표 4-4 > 2015년 영농폐비닐 수거율 전국 상위 10개 시·군

단위: %

지역	2015 년도 수거율
경상북도봉화군	271% ²⁷
경상북도영양군	219%
전라남도해남군	189%
경상남도창녕군	167%
경상북도안동시	161%
경상남도합천군	145%
강원도평창군	143%
전라남도무안군	135%
전라남도진도군	130%
충청북도괴산군	127%

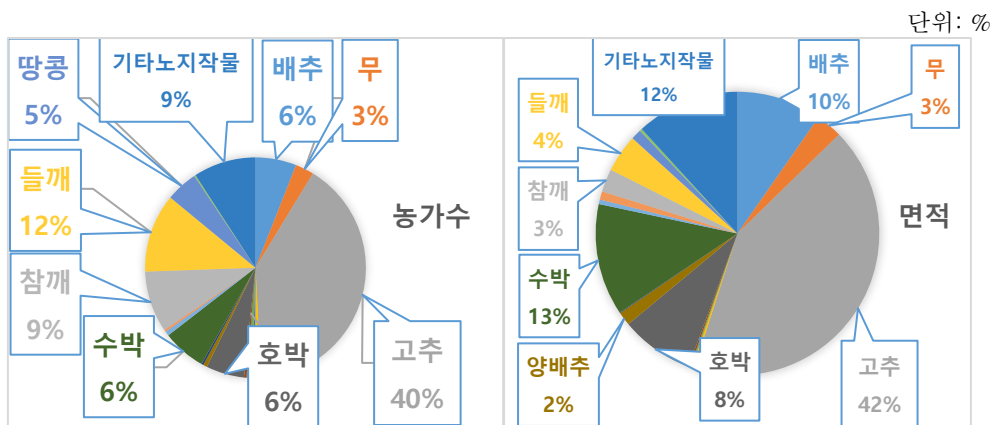
자료출처: 국가통계포털(KOSIS)과 환경공단 정보공개청구 자료로 계산.

시·군별 재고량을 알 수 없기 때문에 수거율이 가장 높은 봉화군 지역의 농업적 특성을 살펴보고자 한다. 경상북도의 봉화군의 채소·특용작물·화초작물 등 농가수 면적 비율을 살펴보면, 고추 작물의 농가수는 전체의 40%, 면적 42%로 다른 작물보다 월등히 많은 부분을 차지하고

²⁷ 앞서 영농폐비닐 수거율 결정요인 추정에서는 수거율의 최대 값을 100%로 설정하였으나, 전국 상위 10개 시·군 수거율 비교에서는 실제 자료로 계산된 수거율 값을 사용하고자 함.

있다. 봉화군은 전국 시·군 경작지 면적(2015년 기준)에서 안동시(1,388ha), 영양군(1,328ha) 다음으로 고추를 가장 많이 재배한다(1,067ha). 고추재배시 기본적으로 멀칭용비닐을 사용하고, 다른작물에 비해 고추 작물에 대한 비중이 상대적으로 높기 때문에 수거 및 처리에 대한 효율성이 높아질 것으로 판단된다. 이러한 효율성이 가장 높은 수거율을 기록한 원인으로 추측해 볼 수 있다. 또한 1인당 경작면적지가 0.7 ha로 전국 8위에 해당한다. 따라서 이는 작물이나 경작지면적이 규모화 될수록 수거율이 높아질 가능성을 내포하고 있음을 알 수 있다.

< 그림 4-2 > 경상북도 봉화군 채소·특용작물·화초작물 등 면적 및 농가수 비중



자료출처: 통계청

또한 봉화군 담당 영농폐비닐 수거사업자에 따르면, 봉화군의 감자, 콩, 수박, 고추의 생산량이 전체 경북지역의 30%를 담당하고 있으며, 이모작을 주로 하기 때문에 영농폐비닐의 발생량이 많을 수 밖에 없는 구조라고 설명하였다. 행정적 특성으로는 한 면에 17개 마을이 구성되어 있어 다른 군에 비해 한번 수거 시 더 많은 지역을 담당할 수 있다는 장점이 있다. 지리적 특성으로는 소백산을 중심으로 강원도, 충청도, 경상도 경계가 나뉘어 지는 고지대 산간지역으로 평지에 비해 한 마을의 면적이 넓어 수거하기에 더 용이한 구조라고 담당자는 설명하였다. 이는 앞서 고지대 보다는 평지의 분리수거율이 더 높았던 Passarini et

al.(2011)의 선행연구와는 다른 결과를 제시하고 있다.

한편 봉화군의 발생량은 2,257톤으로 수거량에 비해 현저히 낮은 수치로 추정되어 있다. 이러한 결과로 수거율이 높아졌을 가능성도 배제하지 않을 수 없으며, 환경공단 발생량 추정 방식에 대해서도 검토가 필요할 것으로 생각된다.

농업·지리적 특성에 이어 경상북도 봉화군의 영농폐비닐 수거 및 처리 현황에 대해 살펴보도록 하자. 최근 환경부의 지침 개정에 따르면 농촌폐비닐 수거 등급제는 이물질 함유 정도에 따라 4등급(A·B·C·D)으로 분류하고 단, 수거보상금 지급단가 적용은 D등급을 제외한 3등제로 운영한다. 대부분의 지역은 일반적으로 수거보상금 지급단가를 A·B·C 3등급으로 분류하는데 비해 봉화군은 2등급(A·B)으로만 지급하고 있으며, 2등급에 해당되지 않을 경우, 부녀회·이장협의회에서 다시 폐비닐 재분류를 거쳐 민간위탁수거사업자에게 이송한다²⁸. 봉화군이 다른 시·군처럼 3등급으로 분류하지 않고, 2등급으로 분류하여 수거하는 것은 유상공급이 불가능하고 이물질이 제거되지 않은 C등급을 원천 봉쇄함으로써, 유상공급할 수 있는 농업폐비닐의 양을 늘리고 이는 폐비닐의 재활용율을 높일 수 있다는 장점이 있다.

봉화군은 수거되는 영농폐비닐 중 A등급이 포함되어 있는 비중(97%)이 전국에서 두번째로 높았다. 앞서 A등급은 시장적 가치가 존재하여 재활용율을 높일 수 있다는 장점과 함께, 환경공단으로 수거되기 이전에 시장에서 이미 거래되어 환경공단으로 수거되는 비중이 낮다고 설명하였다. 전체 추정결과로는 A등급의 비율이 오히려 높아질수록 수거율이 낮아졌으나, 봉화군 같은 경우는 수거율이 높음에도 불구하고 A등급이 상당히 높다는 결과를 제시하였다. 봉화군 환경공단 담당자에 따르면 봉화군의 발생량 대부분이 시장에서 거래되는 하우스용이 아니라 멀칭용 비닐이기 때문에 민간 수집상에 의한 수거 없이 공단으로 전량 유입 되고 있으며, 주민들이 직접 선별작업에 동참하는 경우가 많기 때문에 이러한 결과가 도출되었을 것이라고 하였다.

영농폐비닐 배출자에게 수거보상금이 지급되는데, 배출자 및 수거보

²⁸ 봉화군 민간위탁수거사업자의 인터뷰를 정리한 내용임.

상금 지급자 단위는 농가 또는 마을단위로 구성된다. 그런데 봉화군은 단체(리 마을단위, 부녀회, 새마을운동, 이장협의회)에만 수거보상금을 지급하고 있다는 사실이 다른 지자체와의 차별점이다. 봉화군을 담당하고 있는 민간위탁수거사업자에 따르면 봉화군은 농가 개인 단위로 수거하지 않고, 마을 전체가 영농폐비닐을 수거하여 집하장에 배출할 뿐만 아니라, 배출시 주민들이 직접 폐비닐 이물질 분리 및 종류별 분류 배출에 노력하고 있다고 하였다. 덧붙여 주민들이 등급에 따른 수거보상금에 대한 차이를 정확하게 인식하고 있을 뿐 아니라, 수거보상금을 어르신 효도 관광 등 마을 행사를 위해 사용하는 등 마을기금으로 활용하고 있어, 이에 대한 관심이 높다고 한다.

또한 봉화군 수거사업자(민간위탁수거사업자)는 폐비닐이 발생량이 많은 봄·가을에는 일 4~5회 이상 수거하며, 농한기에는 2일에 1회 꼴로 수거하고 있으며, 환경공단에 계측된 수치로는 연간 502회, 1일 약 1.4회꼴로 수거하고 있다. 또한 수거사업의 원활한 의사소통을 위해 수거사업자와 환경공단 담당자는 간담회(연 2회)와 지도점검(연 2회)를 통해 집하장 관리자의 수거민원 등을 수거사업자에 전달하고, 수거사업자의 의견을 수렴하여 환경공단 업무에 반영하고 있다.

한편 봉화군은 마을 단위의 영농폐비닐 공동집하장이 170개로, 마을단위(리)에는 1개씩 이상 설치되어, 다른 지자체에 비해 상당히 많이 설치되어 있는 편이다. 따라서 주민들의 원거리 이동없이 폐비닐 배출이 용이하다는 장점이 있다. 민간위탁 수거사업자에 따르면, 공동집하장 설치 이전에는 수거사업자가 일일이 개별 단위로 수거하였으나, 지자체의 노력으로 마을 별로 집하장을 설치하였고, 이에 따라 수거 효율성이 높아졌다고 한다. 특히 공동집하장 설치 이전에 산간지역의 수거는 봉화군에서 직접지원을 나와 평지까지 영농폐비닐을 운반하여, 민간위탁수거사업자의 업무효율성을 높여주었고, 이후 산간지역까지 도로포장 시공하여, 1톤 이상의 수거 차량이 통행할 수 있게 되었다고 한다. 따라서 봉화군 지자체의 영농폐비닐에 대한 관심과 장기적인 환경개선의 노력이 영농폐비닐 수거에 보다 긍정적인 결과를 가져왔을 것으로 생각한다.

제 5 장 결론

제 1 절 요약 및 시사점

본 연구는 산불·미세먼지·발암물질을 일으키고 사회적 비용을 부담하게 하는 영농폐비닐의 부적절한 수거에 대한 관심을 배경으로 시작하였다. 본 연구는 전국 및 지역적 범위로 영농폐비닐의 발생량과 수거 및 처리 현황에 대해 살펴 보았다. 한국환경공단의 ‘영농폐기물 통계조사’와 통계청의 자료를 주요 자료로 사용하였다. 영농폐비닐 수거율을 결정 요인을 분석하기 위해 2012~2015년의 전국 163개 시·군 패널 자료를 바탕으로 분석을 실시하였다. 패널 분석 결과와 함께 가장 수거율이 높은 경상북도 봉화군의 사례를 중점적으로 조사하였고, 봉화군의 농업·지리·행정 등의 특성을 통해 다른 지자체와의 차별점을 찾고자 하였다.

영농폐비닐의 최근 5년 연간 평균 발생량은 약 33만톤으로, 종류별로는 멀칭용 폐비닐이 주를 차지 하고 있으며, 전국 시·군에서는 2015년 기준 충청남도 논산시가 연간 8,469톤으로 가장 많이 발생하였다. 한국환경공단이 수거한 최근 5년 연간 평균 수거량은 약 18만톤으로, 멀칭용 LDPE와 HDPE가 전체 수거량의 97%를 차지 하고 있으며, 전국에서 수거량이 가장 많은 지역은 전라남도 해남군으로 약 8백 4십만 톤이 2015년도에 수거되었다.

4개년도의 전국 163개의 시·군 패널자료를 이용하여 영농폐비닐을 수거율을 결정하는 요인을 분석하였다. 여러 검정을 통해 자기 상관성을 보정하는 확률효과 모형을 채택하였다. 종속변수를 수거율로, 독립변수는 경제적 요인, 행정적 요인, 개인적 요인으로 분류하여 결과 값을 추정하였다. 경제적 요인은 청소예산자립도, 지자체 수거보상금 단가, 지자체 수거보상금 총액으로, 행정적요인은 영농폐비닐 연간 수거횟수, A등급 비율, 공동집하장수로, 개인적요인은 고령인구비율, 기초생활수급자비율, 일반폐기물 재활용률, 1인당 발경작지면적 비율로 구성하였다.

분석결과 경제적 요인에서는 지자체 수거보상금 단가, 지자체 수거보상금 총액이 높을수록, 행정적 요인에서는 영농폐비닐 연간수거횟수,

A등급 비율이 낮을수록, 개인적 요인에서는 고령인구와 기초생활 수급자 비율이 높을수록 수거율에 양(+)의 영향을 미친다. 수거보상금 단가와 총액은 배출자인 농민에게 경제적 유인을 제공하기 때문에 수거율에 양의 영향을 미치는 것으로 판단되며, 행정적 요인에서는 영농폐비닐 연간 수거 횟수가 높아지면 수거율 또한 높아졌다. 이는 일반 폐기물의 수거횟수가 높아질수록 수거율이 높아지는 특성을 영농폐비닐(폐기물)에서도 찾아 볼 수 있었다. A등급의 비율이 낮을 수록 수거율이 높아졌다. 실제 물량 구성이 B등급이 A등급에 비해 월등히 많은 부분을 차지하고 있으며, 따라서 B등급의 양이 많을수록 수거량이 비례적으로 증가하고 이에 따라 수거율이 높아지는 구조에 따른 결과로 해석할 수 있다.

마지막으로 개인적 요인에서 고령인구와 기초생활수급자 비율이 높아질수록 수거율이 높아지는 결과가 도출되었다. 이는 고령인구와 기초생활수급자는 경제적 유인에 더 탄력적으로 반응하기 때문에 수거보상금을 받을 수 있는 영농폐기물 수거에 보다 적극적으로 참여 하여 수거율이 높아지는 것으로 해석해 볼 수 있다.

본 연구의 주요 목적 중 하나는 지역적 단위로 영농폐비닐의 발생 및 수거량·수거율을 분석하는 것이다. 먼저 전국 영농폐비닐 발생량 상위 10개 지역의 특성을 살펴보면, 밭경지 면적이 넓은 지역이거나, 그렇지 않은 지역은 시설작물 수확면적이 넓거나, 한 작물이 주산지인 지역이거나, 다른 작물보다 채소·산나물의 영농형태가 주된 지역이 발생량이 많다. 충청남도 논산시는 딸기, 경상북도 성주는 참외, 경상남도 밀양에는 고추와 딸기, 충청남도 부여군에는 수박 등 각 지역의 주요 작물 시설 면적이 전국에서 가장 높은 수준이다.

전국 영농폐비닐 수거량 상위 10개 지역의 특성에 있어서는 밭경지 면적이 직접적으로 영향을 미치는 지역은 4개지역이 있었으며, 이를 제외한 나머지 지역의 특성을 분석하기 위하여 6개 주산지 품목을 중점적으로 살펴보았다. 마늘, 양파, 고랭지감자, 가을무, 가을배추, 고추가 주산지 지역인 지역과 수거량 상위 10개 지역이 중복되는 경우가 많았다. 특히나 주산지 작물 중 고추 품목 경우에는 수거량 상위 10개 지역 중 6개 지역이 주산지로 포함되어 있으며, 이 중 4개지역은 전국 상위 6위 규모 안에 드는 주요 고추 주산지이다. 따라서 영농폐비닐 수거량은 어

면 품목이든 주산지 일수록, 그리고 품목중에는 고추 품목이 주산지 일수록 수거량이 많다는 것을 알 수 있다.

경상북도 봉화군은 전국의 163개 시·군 중 영농폐비닐 수거율이 가장 높다. 따라서 봉화군의 지역적 특성의 차이를 살펴보고자 하였다. 봉화군의 농업 특성은 1인당 경작지 면적이 전국 7위로, 농지가 상당부분 규모화 되어 있으며, 감자, 콩, 수박, 고추 등 경북지역의 생산량의 30%를 담당하고 있으며, 이모작을 하기 때문에 폐비닐이 많이 발생하고 수거되는 것으로 판단된다. 지리적 특성으로는 소백산맥을 중심으로 고지대 산간지역에 위치하고 있으며 평지에 비해 마을 당 면적이 넓고, 면당 마을 개수가 많아 수거에 효율적인 면이 있다. 또한 해당 지역 환경공단 담당자와 민간위탁수거사업자의 원활한 소통, 마을마다 공동집하장 설치와 같은 지자체의 관심과 노력, 주민들의 공동 분리 배출 및 선별 노력과 같은 특징들이 봉화군의 수거율을 높인 것으로 파악된다.

지금까지 도출한 연구 결과를 통해 향후 영농폐비닐 수거 및 처리에 관한 시사점을 제시하고자 한다. 첫째 영농폐비닐의 종류와 규모에 대한 정확한 현황을 토대로 영농폐비닐 정책을 실시해야 한다. 영농폐비닐의 발생량과 수거량의 대부분을 차지하는 폐비닐의 종류는 멀칭용 비닐이다. 이러한 이유는 앞서 여러 차례 설명 했듯이, 하우스용 비닐은 다른 종류 비닐에 비해, 이물질이 적어 깨끗한 상태로 재활용 시장에서 유통할 수 있는 시장재의 가치가 있다. 따라서 하우스용 환경공단이 수거하기 전에 이미 민간 사업자에게 판매되기 때문에, 현재 환경공단이 제시하는 수거량은 민간 시장에서 거래되는 영농폐비닐이 제외된 나머지 환경공단이 수거하는 부분만이 집계된 것이다. 정확히 표현하자면 환경공단이 제시한 수거량은 영농폐비닐의 공공부문 수거량이라고 할 수 있겠다. 따라서 좀더 포괄적이고 종합적인 영농폐비닐 정책을 제시하기 위해서는 민간부문을 포함하는 수거량을 정확하게 계측할 수 있어야 하며, 아울러 수거율 또한 이 부분을 포함하여 추정 되어야 할 것이다.

또한 규모 면에서는 전국 163개 시·군의 82%가 3천톤 미만 규모로 영농폐비닐을 발생한다. 그러나 한국환경공단은 민간위탁수거사업자와 일괄적으로 연 1500여톤을 계약한다. 지역적 물량에 따라 민간위탁수거사업자가 한 지자체에 여러 명이 계약되기도, 물량이 작을 경우는 여러

지자체를 통합하여 계약하기도 한다. 그러나 민간위탁 수거 사업자를 연간 몇 명을 계약하느냐에 따라 전체 환경공단의 목표 수거량은 이미 결정되어 있는 것이다. 발생량의 증감에 따라 탄력적으로 운영되는 것이 아니라 환경공단의 예산과 의지에 따라 전체 수거량이 결정되는 현재의 시스템은 수정 되어야 한다. 물론 영농폐비닐에 대한 예산을 확대 한다면, 민간위탁수거사업자 수를 증가하고, 처리 시설 확장으로 인한 수거율을 높일 수 있기에 이는 가장 쉽고 간결한 해결방안이 될 것이다. 그러나 단순 예산 확대는 물리적으로 한계가 있으며, 영농폐비닐 수거 및 처리에 대한 지속 가능한 방안이 될 수 없다.

지속가능하고 원천적으로 영농폐비닐의 발생량을 줄일 수 있는 생분해성 필름에 대한 관심을 더욱 높여야 한다. 목진휴 외(2013) 연구에서 기존 LDPE(로텐필름)대비 생분해성 멀칭 필름의 가격은 약 3.2~3.8배 비쌌다(2013년 기준). 그러나 생분해성 필름 보급사업 환경·경제·사회 편익 분석을 실시한 결과, LDPE 사용 대비 생분해성 필름 부담비용은 1.22배로 감소하였다. 따라서 영농폐비닐 수거·처리 예산의 일부를 생분해성 필름 연구개발에 투자를 넓혀 간다면, 폐비닐의 수거량의 대부분을 차지하고 있고, 오염물질이 많은, 멀칭용 비닐을 수거하고 처리하는 전 과정 비용을 줄일 수 있을것으로 기대한다. 또한 보다 친환경적이고 지속 가능한 농업 환경을 유지 할 수 있다.

두 번째로 오염자부담원칙(Polluter Pays Principle, PPP)에 따른 배출자(농민)의 노력이 더 요구된다. 우리는 앞서 수거율 결정요인 패널 분석에 따라 수거보상금 단가와 수거보상금 총액이 수거율을 높이는 데 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 수거보상금 지급은 경제적 유인으로 배출자의 관심과 노력을 요구하고 있으며, 이러한 현재의 정책이 실효성이 있음을 확인하였다. 그러나 수거보상금으로 인한 수거율을 높이는 경제적 유인방법은 예산의 한계가 있으며, 일시적 효과를 지니고 있다. 따라서 오염방지 및 관리조치에 대한 비용을 오염자가 부담해야 한다(OECD, 1992)는 오염자 부담 원칙을 영농비닐에도 적용해야 한다.

일본과 같은 경우에는 영농폐비닐이 생활폐기물이 아니라, 사업장 폐기물로 지정되어 있어, 농민이 자체적으로 처리 협의회를 만들어 직접 배출하고 수거하며 공동으로 처리한다. 아직 한국에서는 이러한 시스템

을 동일하게 적용할 수는 없으나, 앞서 수거율이 제일 높았던 경상북도 봉화군 사례로 우리는 충분히 농민의 자발적인 수거와 분리 노력을 기대할 수 있다. 봉화군은 마을 공동 단위로 수거 및 분리 배출에 적극적인 참여를 하고 있었으며, 등급 미달시 재분류하여 등급을 높이하고자 하는 노력을 거듭하였다. 따라서 배출자가 적극적으로 수거와 분리에 참여하는 시민의식을 함양하는 것이 중요하다. 이는 곧 오염자 부담원칙을 실현하는 하나의 방법이기 때문이다.

세번째로는 지자체의 영농폐비닐에 처리에 대한 의지와 관심이 수거율을 높이는데 중요한 역할을 하고 있다는 점이다. 경상북도 봉화군은 1마을 1개 이상 공동집하장을 설치하기 위해 노력하였으며 현재 170개의 공동집하장을 보유하고 있다. 이는 주민들이 원거리를 이동할 필요없이 폐비닐을 배출을 쉽게 할 수 있게 만드는 역할을 한다. 또한 주변 지역에 비해 수거보상금 단가는 낮지만 예산액이 많아 차감없이 전액지급한다는 점에서 추후 농민들의 수거 및 분리에 대한 사기를 북돋을 수 있다. 공동집하장 설치 이전부터 차량이 미치지 못하는 지역에는 봉화군이 직접 직원을 파견하여 민간수거사업자에게 이송하는 노력은 영농폐비닐에 대한 일시적인 봉화군의 노력이 아님을 알 수 있다. 지속적인 봉화군의 영농폐비닐 수거·처리에 대한 관심과, 환경 개선 노력이 전국 최고 수거율로 이어졌을 것이라 생각한다.

영농폐비닐 수거·처리에 관한 선행 연구들은 일부 지역을 선정하여 실태조사를 실시하거나, 농촌 폐기물의 일부분으로 영농폐비닐의 문제를 다루는 정성적인 연구들이 대부분이었다. 그러나 본 연구는 영농폐비닐 관련 전국 시·군 단위의 자료를 확보하고, 영농폐비닐 수거율을 결정하는 요인을 정량적인 방법으로 분석하였다는데 의의가 있다.

그러나 자료상의 한계로 다소 짧은 4개년도만 연구 범위를 적용했다는 점에서 시간적 흐름에 따른 지역적 특성을 제대로 반영하지 못했다. 따라서 향후 자료 보완을 통해 수거율의 변화에 따른 추이와 이를 통해 장기적 정책적 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 또한 민간에서 재활용되는 영농폐비닐 데이터는 집계되지 않아 본 연구에 포함되지 못하였다. 따라서 보다 포괄적이고 종합적인 영농폐비닐 수거율에 대한 연구를 위해서는 민간시장에서 유통되는 영농폐비닐까지 포함하는 연구가 필요할

것으로 생각한다.

또한 영농폐비닐 외에도 폐농약용기 등 다른 영농폐자재 역시 농촌 환경과 직접적으로 연결이 되어 있는 사안으로 연구범위를 넓혀 향후 연구를 추진하는 것도 의미가 있겠다. 또한, 설문조사를 통해 사용자이자 배출자인 농민의 영농폐비닐 분리수거 참여에 대한 연구도 향후 중요한 연구 과제로 남는다. 인구사회학적 요인과 동기를 행동경제학 방법을 적용하여, 폐비닐 분리수거 참여를 제고할 수 있는 동기와 정책적 시사점을 도출하는 것 역시 의미 있는 연구가 될 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

- 강창용·박현태·김난영·이승형·강창식(2004), “시설농업용 폐영농자재의 농가처리실태와 효율적 관리제도”, 농림부.
- 강창용·오세익·김창길·황정욱·성시현(2002), “폐영농자재의 발생 및 수거실태와 효율적인관리방안”, 농림부.
- 강창용·최진용(2016), 「농촌지역 오염원 실태조사 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 곽승준(2002), “재활용이 국민경제에 기여하는 편익 및 효과(농업용 폐비닐을 중심으로)”, 「폐기물 재활용의 오늘과 내일」, 자원순환형 사회구축을 위한 국제 심포지엄.
- 김동영·최민애(2016), “봄철 미세먼지 개선, 노천소각 관리가 중요하다!”, 「이슈&진단」 225:1-25, 경기연구원.
- 김용진(2008), “생활 및 영농 폐기물의 노천소각에 의한 다이옥신류의 배출”, 「한국폐기물 자원순환 학회지」 25(1): 66-72.
- 김윤호·김정욱·이정수·김경철·곽지환 백남중(2007), 「영농폐비닐 수거처리 중장기 발전대책 마련 연구」, 한국환경자원공사.
- 농촌진흥청(2001), 「농업의 다원적 기능관련 실증분석 방향 제시 및 정책제안」
- 마상진·박대식·박시현·남승희(2014), 「농어업인 삶의 질 향상 위원회 전문지원기관 업무위탁 농어촌 영향평가 전문평가 장애인복지 정책/폐기물관리정책/ 추수평가」, 농림축산식품부.
- 목진휴·정희성·김태용·홍기택·김미경·오완근·안세웅·이윤미(2013), 「영농 폐기물 수거처리체계의 합리적 제도개선방안 연구」, 한국환경공단.
- 박진호(2009), 「경남의 농촌폐비닐 발생과 개선방안」 경남발전연구원.

나근배(2011), 「플라스틱 바로알기」, (사)한국플라스틱포장용기협회.

서대석·강창용·박영구·최진용·권오경(2016), 「영농 자재의 저투입 및 대체재 개발 현황 과제」, 한국농촌경제연구원.

서대석·강창용·박영구·최진용·안병옥·송주창(2016), 「해외 영농폐기물관리 및 자원화 정책」 한국농촌경제연구원.

연세대학교 통계연구소(2011), 「영농폐기물조사 통계조사방법 개선연구」, 한국환경공단.

이수철·이서림·류미·신교동(2012), 「농촌폐기물 적정관리 대책연구」, 환경부.

이재용·박진식·문추연·장성호·이원기·김한수 (2011), “생활쓰레기 배출 및 수거체계 개선을 위한 주민의식조사 연구”, 「한국환경과학회 2011년 정기학술발표회 논문집」, 20:407-408.

이정임(2011), 「농촌지역 생활폐기물의 효율적인 관리방안」, 경기개발연구원.

이준설(2009), “생분해성 멀칭비닐을 이용한 고구마 재배”, 「한국작물학회지」 54(2):135-142.

이준영(2001), “농촌폐기물 처리방법과 활용방안-빈농약과 폐비닐을 중심으로”, 전북대학교 경영대학원 산업경제학과 석사학위논문.

이희연·노승철(2013), 「고급통계분석론:이론과 실습」, 서울:문우사.

임상봉·김태완·박운호·이정환·김창현·심명용·고태석·윤영만·김승환·유성녕·박소현·김아람·윤성휘·김광준(2013), 「농촌 환경실태조사 및 개선모델 연구」, 한국농어촌공사.

코레일(2012), “폐비닐이 열차를 멈춘다”, 코레일 뉴스, <http://news.korail.com>.

한국환경공단(2016), 「2015년 기준 영농폐기물조사」.

한국환경공단(2017), 내부자료.

- 한국환경공단(2010), 「2020년 한국환경공단 중장기 경영계획 수립」.
- 한국환경공단 자원순환 정책통계팀(2016), 「2016년도(2015년도기준) 영농폐기물조사 농가 표본 설문조사 과업내용서」.
- 행정자치부(2016), 「2016행정자치통계연보」.
- 허장·문순철·송미령(2001), “농촌의 환경문제와 대책-생활·영농쓰레기 문제를 중심으로” 「환경사회학연구 ECO」, 1: 92-121.
- 환경부 자원순환국 자원재활용과(2016), 「농촌폐비닐 수거등급제 운영 지침」.
- Babou, E., Hiskakis, M., Scarascia, G., Picuno, P., Guarde, D., Dejean, C. (2013). “Review, mapping and analysis of the agricultural plastic waste generation and consolidation in Europe” . *Waste Management & Research*. 31(12), 1262-1278.
- Dahlen, L., Lagerkvist, A. (2009). “Evaluation of recycling programmes in household waste collection systems” . *Waste Management & Research*. 28(7), 577-586.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis*. Pearson Education.
- Lakhan C. (2015). “North of the 46 parallel: Obstacles and challenges to recycling on Ontario’s rural and northern communities” . *Waste management*, 44, 216-226.
- OECD. (1992). *THE POLLUTER-PAYS PRINCIPLE OECD Analyses and Recommendations*. Retrieved from www.oecd.org.
- Parsons, S., Kriwoken, L. K. (2010). “Report: Maximizing recycling participation to reduce waste to landfill: a study of small to medium-sized enterprises in Hobart, Tasmania, Australia” , *Waste Management & Research*. 28(5), 472-477.
- Passarini, F., Vassura, I., Monti, F., Morselli, L., Villani, B. (2011).

- “Indicators of waste management efficiency related to different territorial conditions”. *Waste management*. 31(4), 785–792.
- Steinmetz, Z., Wollmann, C., Schaefer, M., Buchmann, C., David, J., Tröger, J., Muñoz, K., Frör, O., Schaumann, GE. (2016). “Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation?”. *Science of The Total Environment*. 550, 690–705.
- Vicente, P., Reis E. (2008). “Factors influencing households’ participation in recycling”. *Waste Management & Research*. 26(2), 140–146.
- Vining, J., Ebreo, A. (1990). “What makes a recycler? A comparison of Recyclers and Nonrecyclers”. *Environment and Behavior*. 22(1), 55–73.

국가법령정보센터, www.law.go.kr
 경북매일신문, www.kbmaeil.com
 서울경제신문, www.sedaily.com
 자원순환정보시스템, www.recycling-info.or.kr
 정보공개포털, www.open.go.kr
 통계청 (국가통계포털, KOSIS), <http://kosis.kr>
 한국환경공단, www.keco.or.kr
 KBS, kbs.co.kr
 OECD, www.oecd.org

Abstract

An Analysis of the Determinants of the Collection rate of Agricultural plastic waste

Wooell Yi

Dept. of Agricultural Economics and Rural Development

The Graduate School

Seoul National University

The public function of agriculture and farming areas include not only the elementary production function but also multidimensional functions such as environment preservation, scene value, maintaining the farming society, and food security. Problems stemming from Agricultural plastic waste have strong relevance to such public function. Especially agricultural plastic waste is related to big forest fire or fine dust or delay in high speed train. This means collecting and taking care of agricultural plastic waste demands great interest.

The current study began in order to find what determinants are important in improving the collection rate of agricultural plastic waste. In order to analyze the determinants data from 'Research on Agricultural Waste' released by the Korea Environment Corporation was mainly used. The reports from 'Research on Agricultural Waste' are data regarding the generated amount, collection amount, and

recycling amount of Agricultural plastic waste and used agricultural pesticide containers. This particular research limited the scope of study using only the data regarding 'Agricultural plastic waste'. The scope of the data analysis ranges from 163 city and counties in the nation from year 2012 until 2015. Panel linear regression model was chosen since the data displayed characteristics of panel data, which depicts the 4 years of time flow of the characteristics of each (local) entity. Through various verifications, it was confirmed that autocorrelation existed and random effect model was more suitable than the panel data analysis model. Therefore, autocorrelation fixed random effect model was used in analyzing the collection ratio of agricultural plastic waste.

Since 163 cities and counties were included in the research, the area with the highest collection rate could be selected in the end. Therefore, after selecting the area with the best collection ratio, comparisons with other areas were made in order to study the difference. After analyzing the determinants of the collection rate of agricultural plastic waste, and after analyzing the characteristics of the selected area, the following conclusion was made.

First, the study found out the estimate results of the determinants of the collection rate of agricultural plastic waste. Positive effect showed up in the collection rate when the compensation price for waste plastic was high, the total compensation amount of each local government was high, yearly collection number was high, ratio of A-class as low, ratio of elderly population was high and ratio people on welfare was high. Economic factors such as the collection compensation price and total amount especially played a positive role. As the local governments raised the compensation price 10 won, the collection ratio also rised 1%.

As for administrative factors, the number of collections and ratio of A-class showed statistically meaningful results at a 99%

significance level. As the number of collection increased 10 times a year, the collection rate rised 1%. This showed the agricultural plastic waste also showed the same characteristics of general waste where as the number of collection increases the collection rate also increases. The explanation for collection rate increasing as A-class waste decreasing is probably for the huge difference in amount of waste generated for each different level. In year 2015, B-class waste in the nation was about 100 million and 1000 tons, which was four times larger than the 28 million tons of A-class waste. Therefore, B-class rather than A-class waste seem to influence the total amount of waste collection and collection rate more directly.

Last, for personal factors, it was shown that more number of elderly population and people on welfare would lead to a positive influence in the collection rate. As the elderly population increased 1%, the collection ratio increased 0.65%. As the number of people on welfare increased 1%, the collection ratio increased 3%.

Second, the study looked into the waste generation rate, collection amount and collection rate of each area for agricultural plastic waste. The expectation where the larger the acreage under cultivation, the waste collection amount and collection rate will rise was only applicable to certain limited areas. Therefore, of all the agricultural characteristics, the study looked into the size of the main production area. Whatever is being farmed and cultivated, the larger the cultivation area, more waste was collected. Of all the farming products, the area that produced pepper displayed the most amount of waste collection.

In addition, we also looked into the local characteristics of Bonghwa County of Gyeongsangbuk-Do which had the highest collection ratio among all the cities and counties of the areas studied. In Bonghwa, the compensation for waste collection was relatively lower than other areas within Gyeongsangbuk-Do. However,

Bonghwa County did not pay individuals for waste collection but only to organizations like civil contractors that collected waste. In addition, with plenty of budget, any amount asked was given immediately without delay or discount. On the other hand, Bonghwa had the second highest proportion of A-class waste in the nation. Furthermore, with active communication between civil contractors and the Korea Environment Corporation, and Bonghwa's efforts of installing 170 collection points made distinguished Bonghwa from other local governments.

The agricultural characteristics of Bonghwa County are that not only it has the third highest production of pepper in the country but also the cultivation land per person was 0.7ha which was the 8th largest in the country. In addition, production of potato, bean and watermelon red pepper took up 30% of the total production of Gyeongsangbuk-Do. Through the interviews conducted with the locals, since a lot of the farms raise crops twice a year, it was systematically inevitable to have more agricultural plastic waste generated and collected. Due to the administrative characteristics where one Myeon has 17 villages(Ri), wider area could be covered in one collection. The civil contractors who collect waste explained that the area is around the highlands of Sobaek Mountains, so one single village is larger than the towns of flatland, making the collection activity easier than other areas. Lastly, the staff at the Korea Environment Corporation stressed that the villagers personally participate in the waste collection and classification work and if the collection does not meet the level requirement, everybody participates in the reclassification work.

The implication drawn from the analysis and conclusion is like the following. Policy should be implemented only after a precise understanding of the type and amount of agricultural plastic waste is generated. Under the polluter pays principle those who caused the

waste should take the responsibility. This means farmers who are mainly responsible in generation of agricultural plastic waste should put more effort. As explained above, the attention of the farmers and local governments play important factors in increasing the collection ratio. While the preceding studies on agricultural plastic waste focused on using qualitative analysis, this particular study is meaningful for using quantitative analysis for analyzing the determinants. However, the change in long-term collection ratio and policy implication may be studied by supplementing more data. In addition to agricultural plastic waste, other agricultural wastes like used agricultural pesticide containers could be plausible future research topics.

Keywords : Agricultural plastic waste, Agricultural waste, Collection rate, Panel linear regression model, Random effect model
Student Number : 2015–23038